

الجزء الأول

التصميم
المناخي

منشورات الجامعة الأردنية
عمادة البحث العلمي
٩٦/١



الدليل الهندسي

في تصميم المساكن والمباني

في المناطق الحضرية

تأليف

أ.م. كوينز برجر

د.ج. انجوسول

ألان ميكي

س.ف. زوكوليفي

ترجمة

الدكتور المهندس

رزق نمر شعبان حماد

كلية الهندسة والتكنولوجيا

الجامعة الأردنية

عمان - الأردن



الجزء الأول :

التصميم
المناخي

منشورات الجامعة الأردنية
عمادة البحث العلمي
٩٦/١



الدليل الهندسي

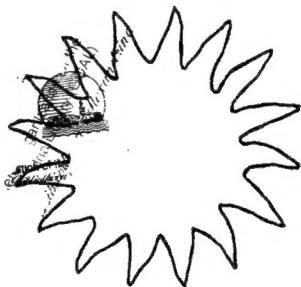
في تصميم المساكن والمباني
في المناطق المدارية

تأليف
أ. هـ. كوينز برجر
ت. ج. انجرسول
آلان ميهيو
س. ف. زوكوليبي

ترجمة
الدكتور المهندس
رزق زهر شعبان حماد

مراجعة
الدكتور المهندس
سليم صبحي الفقيه

كلية الهندسة والتكنولوجيا
الجامعة الأردنية



"This translation of Manual of Tropical Housing & Building: Part 1 Climatic Design, First Edition is published by arrangement with Addison Wesley Longman Limited, London."

رقم التصنيف : ٦٩٢.٣

المؤلف وعن هو في حكمه : رزق نمر شعبان حماد

عنوان المصنف : الدليل الهندسي في التصميم والمساكن والمباني في المناطق
المدارية

رؤوس الموضوعات : ١ - الهندسة المدنية

٢ - مواصفات البناء

رقم الإيداع : (١٩٩٦/٢/٢٤٠)

الملاحظات عمان : الجامعة الأردنية

* - تم اعداد بيانات الفهرسة الاولى من قبل دائرة المكتبة الوطنية

جميع الحقوق محفوظة للجامعة الاردنية

مطبعة الجامعة الأردنية

١٤١٦هـ / ١٩٩٦م

عمان - الأردن

محتويات الكتاب

الصفحة

١٢	مقدمة
١٧	الفصل الأول
١٧	الأنماخ : الشروط المفروضة
١٩	١.١ العوامل المناخية العالمية
٣٣	١.٢ عناصر المناخ
٤٨	١.٣ تصنيف المناخات
٦٣	١.٤ المناخ المحلي
٧٧	الفصل الثاني
٧٨	الراحة : الظروف المرغوبة
٧٩	٢.١ عوامل الراحة الحرارية
٩٠	٢.٢ أسس الراحة الحرة
٩٧	٢.٣ درجة الحرارة المؤثرة واستعمالها
١١٢	الفصل الثالث
١١٤	مبادئ التصميم الحراري
١١٥	٣.١ كميات الحرارة
١٣٠	٣.٢ التبادل الحراري في المباني
١٤٢	٣.٣ انسياب الحرارة الدوري
١٥٢	الفصل الرابع
١٥٢	طرق التحكم الحراري
١٥٣	٤.١ التحكم الآلي
١٦٩	٤.٢ التحكم الانشائي (الذاتي)
١٩٣	٤.٣ التهوية وحركة الهواء
٢١٢	الفصل الخامس
٢١٢	الضوء والإضاءة
٢١٣	٥.١ مبادئ الضوء
٢٢٧	٥.٢ الإضاءة النهارية

٢٣٩	تقنيات التنبؤ	٥.٣
٢٦٨	الفصل السادس	
٢٦٨	الضجيج والتحكم به	
٢٦٩	الصوت : أساسيات	٦.١
٢٨٥	التحكم بالضجيج	٦.٢
٣٠٥	مشكلات الضجيج في المناطق المدارية	٦.٣
٣١٦	الفصل السابع	
٣١٦	تطبيقات	
٣١٧	مأوى للمناخات الحارة الجافة	٧.١
٣٣٣	مأوى للمناخات الدافئة الرطبة	٧.٢
٣٤٥	مأوى للمناخات المركبة	٧.٣
٣٥٦	مأوى للمناخات المدارية المرتفعة	٧.٤
٣٦٦	الفصل الثامن	
٣٦٦	أهداف التصميم	
٣٦٧	مرحلة التحليلات المتقدمة	٨.١
٣٨٢	مرحلة تطوير المسقط الأفقي	٨.٢
٤٠١	مرحلة تصميم العنصر	٨.٣
٤١٢	المجسمات والمناظر	٨.٤
٤٢٤	الفصل التاسع : المرجعية	
٤٢٨	الفصل العاشر : الملاحق	

قائمة الاشكال

الصفحة

الفصل الاول	
١.	العلاقة بين الشمس والأرض ٢٢
٢.	زاوية السقوط ٢٢
٣.	طول ممر الشمس ٢٤
٤.	تغير شدة الأشعة المباشرة بالنسبة للارتفاع ٢٤
٥.	ممر الأشعة في الجو ٢٥
٦.	تحرير الحرارة من الأرض والجو ٢٥
٧.	نمط الرياح ٢٦
٨.	متوازي أضلاع الرياح ٢٨
٩.	التغيرات الفصلية في المنطقة المدارية ٣٠
١٠.	ستارة ستيفنسون ٣٥
١١.	شكل الهيجروجراف ٣٦
١٢.	مخطط مقياس رطوبة الجو ٣٩
١٣.	دورة الرياح في شهر ٤٢
١٤.	دورة الرياح السنوية (مدينة نيروبي) ٤٤
١٥.	الرسم البياني للمناخ - المناخ المداري المرتفع (نيروبي) ٤٥
١٦.	الخطوط الكنتورية لدرجات الحرارة ٤٦
١٧.	مقارنة المناخات ٤٧
١٨.	مخطط مناخ (مومباس - كينيا) مناخ دافيه رطب ٥٠
١٩.	مخطط مناخ (فونكس - أريزونا) مناخ حار جاف صحراوي ٥١
٢٠.	رسم بياني لمناخ نيودلهي الموسمي ٥٩
٢١.	تشكيل الانقلاب الحراري ٦٦
٢٢.	التساقط على التلال ٦٨
٢٣.	تساقط الأمطار فوق المدن ٦٩
٢٤.	متوازي أضلاع دورة المطر ٧٠
٢٥.	تدرج سرعة الرياح ٧٢

الفصل	الثاني	
٢٦	التبادل الحراري للجسم	٨٢
٢٧	الاتزان الحراري في الجسم	٨٣
٢٨	مخطط مقياس رطوبة الجو وخطوط درجة الحرارة المؤثرة	٩٢
٢٩	مخطط المناخ الحيوي - لرجال يعملون جالسين ويلبسون وحدة	
٩٦	ملابس في مناخ دافئ	
٣٠	مخطط درجات الحرارة المؤثرة لشخص يلبس لباس عمل عادي	
٩٨	(وحدة ملابس)	
٣١	مخطط درجات الحرارة الأساسي لشخص عارٍ حتى الخصر	٩٩
٣٢	الميزان الكروي	١٠١
٣٣	مخطط سرعة الهواء الهابط	١٠٢
٣٤	مخطط توزيع درجات الحرارة المؤثرة	١٠٧
٣٥	مثال لاستخدام درجة الحرارة المؤثرة المعدلة	١٠٨
٣٦	تحليلات المناخ باستخدام درجة الحرارة المؤثرة المعدلة	١٠٩
٣٧	حساب درجة الحرارة في كل ساعة	١١٠
٣٨	درجة الحرارة المتساوية وطريقة حسابها	١١١
الفصل	الثالث	
٣٩	التبادل الحراري في المباني	١٣١
٤٠	التدرج الحراري خلال حائط مركب	١٤١
٤١	التخلف الزمني ومعامل التناقص	١٤٤
٤٢	معامل التناقص والتخلف الزمني كدالة بالنسبة للتوصيلة والسعة	١٤٦
٤٣	قيمة معامل التناقص وزمن التخلف لحائط كتلي	١٤٧
الفصل	الرابع	
٤٤	جهد التحكم المناخي	١٥٥
٤٥	دائرة تبريد (مضخة حارة)	١٦١
٤٦	ترتيب تبريد الهواء	١٦٣
٤٧	مكيف هواء	١٦٦

٤٨	وحدات حث	١٦٧
٤٩	تحديد زمن التخلف المطلوب	١٧٢
٥٠	شدة أشعة الشمس نمط عرض ١ جنوب (نيروبي) - القيمة المقاسة	١٧٣
٥١	شدة أشعة الشمس نمط عرض ٣٢ جنوب (سدني) - القيمة المحسوبة	١٧٧
٥٢	نفاذية الزجاج	١٧٨
٥٣	الحرارة المنقولة خلال الزجاج	١٧٩
٥٤	نفاذية الزجاج المطلي	١٧٩
٥٥	معاملات الكسب الحراري	١٨١
٥٦	الاسقاط الجسم (خطوط الساعات معلمة بالتوقيت البريطاني حيث معدل وقت جرينتش ظهر ١٢)	١٨٢
٥٧	زاوية السقوط	١٨٤
٥٨	زاوية الظل الأفقية	١٨٥
٥٩	زاوية الظل العمودية	١٨٥
٦٠	عناصر الظل العمودية	١٨٧
٦١	عناصر الظل الأفقية	١٨٨
٦٢	عناصر الظل المصنفة	١٨٨
٦٣	طريقة تصميم العناصر المصنفة	١٨٨
٦٤	تحويل الخطوط الكنتورية لدرجات الحرارة إلى مخطط ممرات الشمس	
١٨٩	لإعطاء درجة الحرارة الفعالة مركبة عليها	١٨٩
٦٥	تطبيق حجب الظلال	١٩١
٦٦	ترتيبات مجاري الهواء	١٩٤
٦٧	شكل بين تصميم ممرات الهواء	١٩٦
٦٨	تدفق الهواء حول المبنى	١٩٨
٦٩	محاكي نفثات الهواء المفتوح	١٩٩
٧٠	محاكي نفثات الهواء المغفل	١٩٩
٧١	تأثير اتجاه الريح وحجم فتحات دخول الهواء على توزيع سرعة الرياح	٢٠١
٧٢	تأثير اتجاه هبوب الرياح على عرض منطقة ظلال الرياح	٢٠١
٧٣	النقص في التهوية العرضية	٢٠٢

٢٠٣	تأثير موقع الفتحات	٧٤
٢٠٤	الضغط المتكون في المداخل	٧٥
٢٠٥	تدفق الهواء في بناية من طابقين	٧٦
٢٠٥	تأثير الإطارات (العضاءات)	٧٧
٢٠٦	تأثير المظلات	٧٨
٢٠٦	تأثير كاسرات الشمس	٧٩
٢٠٧	كاسرات لمنع المطر	٨٠
٢٠٧	انفصال تيار الهواء على واجهات المباني	٨١
٢٠٨	تدفق معاكس خلف بناية عالية	٨٢
٢٠٨	تدفق الهواء : موضع عام على شكل شبكي	٨٣
٢٠٩	تدفق الهواء : موضع عام على شكل مربعات متخالفة	٨٤
٢١٠	ملقف الرياح	٨٥
	الفصل الخامس	
٢١٤	طيف الاشعاع	٨٦
٢١٥	الحساسية الطيفية لعين الإنسان	٨٧
٢١٦	أنواع الانعكاس	٨٨
٢١٩	نظام مونسل للون	٨٩
٢٢٥	الكفاءة البصرية	٩٠
٢٢٨	دخول ضوء النهار إلى المبنى	٩١
٢٣٣	الابهار من السطوح المضاء بضوء الشمس المباشر	٩٢
٢٣٤	الضوء المنعكس المنشور بواسطة السقف	٩٣
٢٣٤	شباك زاوية	٩٤
٢٣٦	نظام أباجورات خاص	٩٥
٢٤٠	المنحنيات القطبية	٩٦
٢٤١	الاستتارة من مصدر نفطي	٩٧
٢٤٣	الاستتارة الخارجية (لندن)	٩٨
٢٤٤	المنقلة (٢)	٩٩
٢٤٥	استخدام مناقل قياس عامل ضوء النهار	١٠٠

٢٤٩	مخطط مركبة معدل الانعكاس الداخلي لعامل ضوء النهار	١٠١
٢٥٣	حساب عامل ضوء النهار	١٠٢
٢٥٤	شكل وعاء الغلغل	١٠٣
٢٥٥	إقامة منظور (٣٠) ملم	١٠٤
٢٥٦	الاستتارة من السماء الصافية والشمس	١٠٥
٢٥٧	مثال استتارة غرفة من السماء الصافية والشمس	١٠٦
٢٦١	الرسم البياني لتصميم ضوء النهار	١٠٧
٢٦١	السموات الاصطناعية	١٠٨
٢٦٥	مخطط الابهار الثابت	١٠٩
	الفصل السادس	
٢٧٢	موجات الصوت	١١٠
٢٧٤	حدود الأصوات المسموعة	١١١
٢٧٥	خطوط الشدة الصوتية المتساوية dBA	١١٢
٢٧٦	الوزن لايجاد مقياس	١١٣
٢٧٩	تأثير تدرج سرعة الرياح	١١٤
٢٨٠	تأثير التدرج في درجات الحرارة	١١٥
٢٨٠	ظلال الصوت في الذبذبات العالية	١١٦
٢٨١	الانحناء عند الموجات المنخفضة	١١٧
٢٨١	انتقال الصوت المنقول جيداً	١١٨
٢٨٢	الصوت المباشر والترددي	١١٩
٢٨٣	ممرات انتقال الصوت	١٢٠
٢٨٧	اتجاهية بعض مصادر الصوت	١٢١
٢٨٨	تأثير حجب الحواجز	١٢٢
٢٩٠	الحوامل اللدنة	١٢٣
٢٩١	مواد ماصة مسامية	١٢٤
٢٩٢	مواد ماصة غشائية	١٢٥
٢٩٢	مواد ماصة رنينية	١٢٦

٢٩٢	الواح ماصّة مخزّمة	١٢٧
٢٩٥	مخطط بياني للتحكّم بالضجيج ..	١٢٨
٢٩٦	مقترحات للعزل الصوتي في المدارس	١٢٩
٢٩٦	مقترحات للعزل الصوتي في المكاتب	١٣٠
٢٩٨	منحنيات معيار الضجيج NC	١٣١
٢٩٩	طيف الضجيج المناسب لمتطلب ما	١٣٢
٣٠٠	خفض الضجيج المطلوب والمنحنى الحقيقي	١٣٣
٣٠١	متطلبات العزل في المباني السكنية	١٣٤
٣٠١	عزل حائط مصمت غير مسامي	١٣٥
٣٠٢	عزل حائط من مواد عازلة ..	١٣٦
٣٠٢	بعض الحوائط والأرضيات المكونة من طبقتين	١٣٧
٣٠٤	نوافذ صوتية مزدوجة	١٣٨
٣٠٤	ممرات تهوية بخافضات ماصة	١٣٩
٣١٠	إضافة مواد ماصة إلى باطن المظلات	١٤٠
٣١١	تبطين الكاسرات (الأباجورات) بمواد ماصة	١٤١
	تقليل الضجيج بواسطة الكاسرات (مواد ماصة على الأسطح	١٤٢
٣١٢	العاكسة)	
	الفصل السابع	
٣١٩	مستعمرة في منطقة مدارية حارّة جافّة (مراكش)	١٤٣
٣٢١	النظام الحراري لساحة داخلية مكشوفة في منزل	١٤٤
٣٢٢	النظام الحراري لفناء كبير في منزل	١٤٥
٣٢٥	مقارنة بين اللون الأبيض والأسطح المعدنية الناصعة	١٤٦
٣٢٨	بيوت تقليدية في كانو - نيجيريا	١٤٧
٣٢٩	بيت مصري قروي تقليدي	١٤٨
٣٣٠	بيوت تقليدية بربرية في مراكش	١٤٩
٣٣٠	بيوت رخيصة	١٥٠
٣٣٤	بيوت لطيفة متوسطة في كانو - نيجيريا	١٥١
	منزل لعائلة متوسطة في نورثنترثوري - استراليا (بيت لأحد موظفي	١٥٢
٣٣٥	الكومنولث ١٩٥٣)	

٣٣٩ - ٣٤٠	بيت رخيص التكاليف في غانا	١٥٣
٣٤٣	بيت قروي في الملايو	١٥٤
٣٤٤	مباني في نهر في تايلند	١٥٥
٣٤٦	درجة الحرارة المؤثرة الشهرية (إسلام آباد)	١٥٦
٣٥٠	بيت حديث في شمال الهند	١٥٧
٣٥٣	ملاقف الهواء في حيدر آباد	١٥٨
٣٥٤	بيت قروي في البنجاب	١٥٩
٣٥٥	بيت رخيص التكاليف بغرف مختلفة لليل والنهار	١٦٠
٣٥٧	مبنى مكاتب في نيروبي	١٦١
٣٥٩	قيمة الكسب الحراري في الاتجاهات المختلفة (نيروبي)	١٦٢
٣٦٤	بيت قروي بالقرب من نيروبي	١٦٣
٣٦٤	بيت مائي في تنزانيا	١٦٤
	الفصل الثامن	
٣٧١	جدول ماهوني رقم ١ - الجزء الأول (قد اكملت لمدينة بغداد)	١٦٥
٣٧٢	جدول ماهوني رقم ١ الجزء الثاني	١٦٦
٣٧٥	جدول ماهوني رقم ٢ الجزء الأول (عمل لبغداد)	١٦٧
٣٧٦	جدول ماهوني رقم ٢ الجزء الثاني	١٦٨
٣٧٨	جدول ماهوني رقم ٣ (عمل لبغداد)	١٦٩
٣٨٥	مخطط النشاط (الخرطوم - السودان، الفصل الحار، حزيران)	١٧٠
٣٩٣	سماكة العزل المفضلة	١٧١
	خطوط درجات الحرارة المؤثرة المتساوية مع حدود الراحة	١٧٢
٣٩٩	(نيودلهي من شكل ٢٨)	
٤٠٣	جدول ماهوني رقم ٤	١٧٣
٤١٦	قرص الشمس	١٧٤
٤١٦	المشماسة	١٧٥
٤١٨	جهاز مدى الشمس (الأول)	١٧٦
٤١٩	جهاز مدى الشمس (الثاني)	١٧٧

مقدمة

تعتبر البيوت الريفية «هي المباني التقليدية» في معظم المناطق الحارة، وفي بعض المناطق الجافة التي تقع شمال خط الاستواء، مثل مصر والعراق ودول المغرب العربي، وإيران، وراحيستان والبنجاب وجنوب الصين؛ إذ توجد بعض مباني المدينة التقليدية التي يمكن أن تشكل أساساً لتطوير الأشكال المعمارية في المدينة. ومع ذلك فإن هذه المباني لا تمثل غالبية الأمثلة في المناطق الحارة؛ إذ إن أعمال التطوير الحضري لم تحظ بالاهتمام اللازم إلا في العقود الأربعة الأخيرة. وما زالت الغالبية العظمى من سكان المناطق الحارة تعيش مضطرة في مستوطنات ريفية ذات كثافة قليلة، وتتعامل مع هذه المباني (من حيث الخدمات وغيرها) كما كان يتعامل آباؤهم وأجدادهم.

لقد تطوّرت أنماط المباني التقليدية حسب الحاجة التي أملتتها ظروف السكان الذين هم في الغالب فلاحون. وتشكل الأراضي المحيطة بهذه المباني مصدراً لمواد البناء كالخشب والخيزران والبوص في المناطق الحارة الرطبة، والحجارة والطين والطوب في المناطق القاحلة. وتستخدم المواد العضوية (كالخشب) وغير العضوية (كالحجارة والطوب) في المناطق التي تتوفر فيها كلا الخاصيتين. وتمثل الحياة الريفية بشكل عام في الحراثة والحصاد والحياكة وإقامة المباني. فكل ريفي يعدّ بناءً وحرّاثاً وراعياً في الوقت نفسه. ويعتمد البيت التقليدي الريفي على نفقات قليلة وصيانة كبيرة. ويقوم الجيران والأقارب والأصدقاء بدور فعال في عملية البناء والصيانة ويقابله المالك بتقديم الشراب والطعام والمساعدة بالمثل.

ويقضي الكبار والصغار أوقاتهم في هذه المناطق في الهواء الطلق. وتكون الفائدة من البيوت والأكواخ محصورة في ما يلي:

مأوى من الأمطار والحرارة والبرودة الشديدة، وحد أدنى من الخصوصية. ومخزن أمين للممتلكات. وتعادل أهمية البيت في تخزين المواد الزراعية أهمية إيواء الإنسان إن لم تزد عليها.

المساحات في هذه الأحوال واسعة ويمكن في حالة ازدياد عدد أفراد العائلة زيادة عدد الأكواخ سواء للسكن أو التخزين ويكون التخلص من مخلفات الإنسان (كالمياه العادمة والأوساخ) بصرفها إلى مناطق مختلفة. غير أن هنالك بعض الاستثناءات، كواد النيل ومناطق بيشاور - الباكستان - وبعض مناطق البنجاب وجنوب الصين، حيث

الأراضي الزراعيّة الجيدة، فإن اختيار القرى يجب أن يتمّ بعناية خاصّة. وفي معظم المناطق الرّيفيّة، تكون الأماكن المخصّصة للبيوت صغيرة جداً أو مهملة بالنسبة للأراضي المخصّصة للزّراعة.

وتتضمّن المباني التقليديّة الرّيفيّة في المناطق المداريّة حلولاً للمشكلات المناخيّة، وفي ظروف التطوّر التكنولوجي المحدود وأهمية اعتبارات الأمان الضرورية، فإن بعض هذه الحلول تعتبر ابداعية ولا يوجد أدنى شك في أنها تستحق الدّراسة العميقة.

ومن هنا، فإن المباني الضّروريّة للمناطق الحارة هي المباني المدنية، ذلك أن الأشكال التقليديّة الرّيفيّة، بسبب تكوينها ووظيفتها في حياة الرّيفي، نادراً، ما تكون مناسبة لمناطق المدينة. يلاحظ ذلك في الملامح العامّة للحياة الرّيفيّة الموصوفة سابقاً، وملاحظة كيف أن قليلاً من هذه المباني يناسب المدن والبلدان.

أما مواد البناء في المدينة فلا يمكن أخذها من الأراضي المحيطة دون تعرية الأراضي الزراعيّة، أو تعريض أجزاء من المدينة إلى الخطورة في حالة استعمال مواد من التربة (كالحجارة). ومن هنا فإن مواد البناء ستجلب من مسافات بعيدة، ولن تكون رخيصة في هذه الحالة.

وتختلف طبيعة حياة المدينة عن مثيلتها في الرّيف؛ إذ لا يوجد متسع لبناء المنزل، وخصوصاً للطبقة الفقيرة، كالعمال غير المهرة الذين يقضون معظم أوقاتهم في البحث عن قوتهم اليوميّ، فلا يكون لديهم وقت كافٍ لصيانة منازلهم. ومن هنا تعلم المدني أن يختار مواد البناء وطرق الانشاء التي لا تحتاج إلى صيانة دوريّة، وهو يأخذ مقابل عمله، ويدفع نقداً لمن يقوم بالصيانة له.

وتقضي عائلته جزءاً كبيراً من يومها، في الهواء ولكن الحياة خارج البيت ليست ميسورة ومريحة كحياة الرّيف. ويعدّ المخزن هنا أكثر أهمية منه في الرّيف، وكذلك الخصوصية وكلاهما صعب التحقيق.

ومن هنا فإن الفراغ الذي كان متوافراً ورخيصاً في الرّيف قد أصبح سلعة مهمة لتجارة الشقق في المدينة. والمشكلة هنا ليست في مجموع الأرض المتوافرة، رغم أن ذلك أيضاً يمكن أن يكون مشكلة في المناطق المدنية، ولكن المشكلة في الموقع. لأن

القضية هنا أن المستوطن يجب أن يكون قريباً من عمله، وقريباً من الخدمات كالمدارس والمتاجر. ولذلك فإن على رجل المدينة أن يكيّف نمط حياته، في قطعة صغيرة من الأرض، ليظل قريباً من الناس، بغض النظر عن حجم منزله أو عائلته.

ويُعَدُّ تقارب المباني والازدحام في مقدمة المشكلات التي يعاني منها سكان المدينة، بينما هي لا تعني شيئاً عند الرّيفيّ، فخطورة الحرائق، والتخلّص من النفايات والمجاري والتلوث الصّوتيّ من الأخطار التي تواكب حياة المدينة التي لا يمكن حلّها بالرجوع إلى البيت الرّيفيّ التّقليديّ. ولا يمكن حلّها باستيراد التكنولوجيا الغربيّة، أو أنماط المباني في الدول الغربيّة التي تكوّنت وازدهرت في مناخ مختلف وحضارة مختلفة وظروف اقتصادية مختلفة. ومن الواضح أن طراز المباني وأنواع مواد البناء في المناطق الباردة لا تستطيع أن تحلّ مشكلات المدن في المناطق التي تُعَدُّ الحرارة فيها من التحديات الرّئيسيّة. ولا يمكن أخذ الحلول الجاهزة في المناطق التي يبلغ متوسط دخل الفرد فيها نحواً من (٧٠٠٠) دولار سنوياً، إلى المناطق الحارّة مليئة بالسّقف المصنوعة من الصاج والزّجاج العادي، مقارنة بالبيوت المصمّمة والمنفّذة جيداً في مانشيستر أو ديترويت أو مونتريال.

ويستطيع الغنيّ أن يتغلّب على ظروف الطقس باستخدام الوسائل الميكانيكية بالتدفئة والتبريد المركزي، ولكن الآخرين (الفقراء) يعانون من سوء الأحوال والمعاش التي لا تؤمّن لهم عملاً مناسباً ولا راحةً ولا استمتاعاً. وبهذا، فإن مهمّة هذا الكتاب هي توضيح أن بالإمكان إقامة مدن مزوّدة بأسباب الاستجمام والراحة داخل المنازل وفي السّاحات الملحقة بها تكون مناسبة لظروف السّكان الاجتماعيّة.

الفصل الأول

المناخ : الشروط المفروضة

١,١ العوامل المناخية العالية

١,٢ عناصر المناخ

١,٣ أنواع المناخ المدارى

١,٤ موقع المناخ

١,١ العوامل المناخية العالمية

١,١,١	المناخ والمناخات المدارية
١,١,٢	الإشعاع الشمسي : النوعية
١,١,٣	الإشعاع الشمسي : الكمية
١,١,٤	ميل محور الأرض
١,١,٥	الإشعاع على سطح الأرض
١,١,٦	اتزان الأرض الحراري
١,١,٧	الرياح : القوى الحرارية
١,١,٨	الرياح التجارية
١,١,٩	الرياح الغربية في منتصف خط العرض
١,١,١٠	الرياح القطبية
١,١,١١	إزاحة الريح السنوية
١,١,١٢	تأثير التضاريس الطبيعية

١,١,١ المناخ (مشتقة من كلمة إغريقية) كما هو معروف في قاموس اكسفورد
«منطقة لها أحوال خاصة من درجات حرارة وجفاف ورياح، وأشعة تتواتر على
منطقة بعينها. ويمكن تعريفه علمياً بدقة أكثر فهو تكامل الحالات الطبيعية
للبيئة الجوية، بالنسبة للزمن، لموقع جغرافي مميز». وتعرف حالة الطقس
(Weather) بأنها الحالة الجوية اللحظية للبيئة أو المحيط في موقع جغرافي
معين، أما المناخ (Climate) فهو تكامل حالة الطقس بالنسبة للزمن.

وتعرف المناخات المدارية في المناطق الجغرافية التي تُعدُّ فيها درجة
الحرارة العامل المهم بالنسبة للظروف الجوية، إذ يكون متوسط درجات
الحرارة السنوية أكثر من ٢٠ درجة مئوية، وتكون فائدة المباني (في هذه
المناطق) في تلطيف الجو بداخلها وتبريده [الخارجي (الحار) وتبريد
(نسيباً) الجو المحيط للسكان]. وقبل الخوض في المناخات المدارية
بالتفصيل، يجب أن نعرض العوامل التي تحدد المناخات على الكرة
الأرضية.

١,١,٢
نوعية
الإشعاع
الشمسي

تستقبل الأرض معظم الطاقة، تقريباً، من الشمس على شكل اشعاع، ولذلك فإن الشمس هي المؤثر الرئيسي في المناخات المختلفة. ويمتد الطيف الإشعاعي في أمواج يتراوح طولها ما بين ٢٩٠ - ٢٣٠٠ نم (نم : نانوميتر = 10^{-9} مت). وبالنسبة للاحساس الانساني بالنسبة للطيف يمكننا أن نميز ما يلي :

أ (شعاع بنفسي، يتراوح طول أمواجه ما بين ٢٩٠ - ٣٨٠ نم، وله تأثيرات كيميائية، ويبيض الألوان ويسبب سفعة الشمس (حرق) الخ. . .

ب (الضوء المرئي وتتراوح أطوال موجاته ما بين ٣٨٠ نم (البنفسجي) إلى ٧٠٠ نم (الأحمر).

ج (الأشعة تحت الحمراء وتتراوح أطوال موجاتها ما بين ٧٠٠ - ٢٣٠٠ نم ويشع حرارة تصاحبها تأثيرات إشعاعية كيميائية (Photochemical).

ويختلف توزيع الطاقة الطيفي باختلاف الارتفاع نتيجة للترشيح (Filtering) الذي يسببه الجو. حيث يمتص بعض الاشعاعات ذات الموجات القصيرة ويطلق الموجات الطويلة كالاشعة فوق الحمراء حتى طول موجة ١٠٠٠٠ نم. وبما أن كفاءة الاضاءة من الطاقة المشعة تعتمد على تكوين الطيف (بالنسبة لأطوال الموجات)، فليس هنالك علاقة بين شدة الاشعاع وبين تأثيره في الاضاءة. وبشكل عام، فإن القيمة التقريبية لأشعة الشمس تعادل ١٠٠ ليومنز/ واط (100 lumens/W)، وهذا يعطي إضاءة (أو إنارة) مقدارها ١٠٠ لكس لكل واط م² من شدة الاشعاع أو ١٠٠٠٠٠ لكس/ كيلواط/ م² (سوف يأتي تعريف الليومن والواط واللكس في الأبواب القادمة).

تصل شدة الاشعاع لطبقة الجو العليا (المحيطة بالكرة الأرضية) إلى ما يسمى بثبات الشمس (كمية الطاقة الشمسية الواقعة على سم² خارج جو الأرض في الثانية) (Solar Constant) ويقدر بحوالي ١٣٩٥ واط/م²، وهو

١,١,٣
كمية
إشعاع
الشمس

يتراوح بحدود $\pm ٢\%$ نظراً لاختلاف إشعاع الشمس نفسه، ويحدود $٣,٥\%$ لاختلاف بعد الشمس من المواقع المختلفة من الأرض. وتدور الأرض حول الشمس في حركة بيضوية، وتكمل دورة كاملة كل ٣٦٥ يوماً و ٥ ساعات و ٤٨ دقيقة و ٤٦ ثانية. وهذا المدار البيضوي ناتج عن محصلة قوة جذب الشمس للأرض، وقوة الطرد المركزية الناتجة عن حركة الأرض وعزم القصور الذاتي لها. وتبعد الشمس مسافة ١٥٢ مليون كيلومتر عن أقصى نقطة على المدار البيضوي ومسافة ١٤٧ مليون كيلومتر عن أقرب نقطة على المدار.

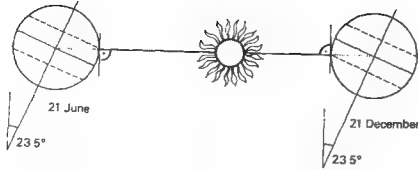
تدور الأرض حول نفسها دورة كاملة كل ٢٤ ساعة على محور دوران (وهمي) يميل عن مستوى المدار الاهليجي (قطع ناقص) بزاوية مقدارها $٢٣,٥^\circ$ (بميل بزاوية مقدارها $٢٣,٥^\circ$ عن العمودي) وهو محور ثابت.

١,١,٤
ميل
محور
الأرض

تكون شدة الاشعاع القصوى هي الساقطة على مستوى عمودي على اتجاه الاشعاع فلو كان محور دوران الأرض عمودياً على مستوى مدارها، فإن ذلك يعني أن منطقة خط الاستواء هي التي تتعامد مع اتجاه أشعة الشمس. ولكن محور دوران الأرض يميل عن الاتجاه العمودي، وبهذا فإن المنطقة التي تتعرض لشدة اشعاع الشمس القصوى هي تلك المنطقة الواقعة بين مدار السرطان (خط عرض $٢٣,٥^\circ$ شمال) ومدار الجدي ($٢٣,٥^\circ$ جنوب). وهذا هو السبب الرئيسي لتغيرات الطقس السنوية.

وفي ٢١ حزيران، تكون المناطق الواقعة حول مدار السرطان (خط عرض $٢٣,٥^\circ$ شمال) متعامدة مع اتجاه أشعة الشمس، ويصل مدار الشمس الظاهري في الذروة على هذا الخط ويكون هذا اليوم هو أطول نهار، وأطول فترة الذروة الطبيعية. وفي الوقت نفسه يكون أقصر الأيام نهاراً خط عرض $٢٣,٥^\circ$ جنوباً، وتكون أشعة الشمس في حدها الأدنى.

وفي ٢١ آذار و ٢٣ أيلول (تكون المناطق الواقعة على خط الاستواء معرضة لأشعة الشمس العمودية ويكون مدار الشمس (في هذين اليومين) أعلى ما يمكن (زاوية سقوط الشمس العمودية أكبر ما يمكن). ويتعادل طول الليل والنهار، في هذين اليومين في بقية أنحاء الأرض (الاعتدالان الربيعي والخريفي). ويبين الشكل رقم (١) العلاقة السابقة.

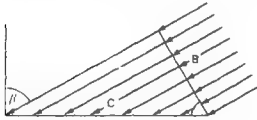


الشكل (١) :
العلاقة بين
الشمس
والأرض

هذه العلاقة بين الشمس والأرض تؤثر على كمية الإشعاعات التي تصل إلى نقطة معينة على سطح الأرض من ثلاثة أوجه :

١,١,٥
الإشعاع
على سطح
الأرض

١ . قانون جيب التمام، الذي ينص على أن الشدة (شدة الإشعاع والإضاءة) على سطح مائل تساوي الشدة على المستوى العمودي مضروباً في جيب تمام زاوية السقوط . يبين الشكل رقم (٢) كيف أن كمية الإشعاع نفسها تتوزع على مساحة أكبر (بالنسبة للمساحة العمودية على الأشعة) وهذا يعني أن شدة الإشعاع تكون أقل على وحدة المساحة :



$$\cos \beta = \frac{B}{C}$$

$$\text{Area } C > \text{Area } B$$

$$\text{Intensity } C < \text{Intensity } B$$

$$I_C = I_B \times \cos \beta$$

الشكل (٢) :
زاوية
السقوط

٢ . الظروف الجوية المستنفذة (امتصاص أشعة الشمس بواسطة الأوزون، أحد أشكال الأكسجين، والتبخير وذرات الغبار في الجو التي تشكل معاملاً يعادل من ٠,٢ - ٠,٧). كلما انخفضت زاوية سقوط الشمس ازداد طول ممر الإشعاع في الجو ولذلك فإن جزءاً صغيراً من الإشعاع يصل سطح الأرض. ويوضح الشكل (٣) هذه العلاقة الهندسية، ويوضح الشكل (٤) هذا التأثير على شكل كميات لنقط تقع على ارتفاعات مختلفة فوق سطح البحر. هذه الظروف الجوية المستنفذة تتأثر أيضاً بالحالة الجوية اللحظية (الطقس) من حيث نقاوة

الجو، والبخار والغبار والدخان . . . ونحوها مما هو موجود في الجو .

٣ . المدة الزمنية لأشعة الشمس أو طول فترة النهار [١] . *

إن الكمية الإجمالية لكمية الحرارة الممتصة من الأرض كل عام تعادل كمية الحرارة المفقودة (٢) . ولولا ذلك لاختل الاتزان الحراري للأرض . ولارتفعت درجة حرارة الأرض والجو المحيط بها . الأمر الذي يوقف معظم أنواع الحياة عليها .

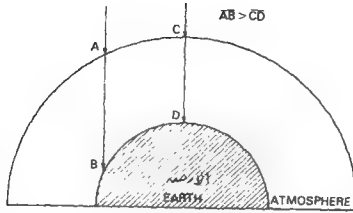
١.١.٦
الانزنان
الحراري
للأرض

يبين الشكل (٥) توزيع الحرارة الواردة إلى الأرض، ويبين الشكل (٦) كيف يفقد سطح الأرض الحرارة بثلاثة عوامل :

١ . بالإشعاع ذي الموجة الطويلة إلى الفراغ الخارجي البارد . (حوالي ٨٤٪ من هذا الإشعاع يمتص من الغطاء الجوي المحيط بالأرض وحوالي ١٦٪ يشع خارج هذا الغطاء) .

٢ . بالتبخير : يبرد سطح الأرض عندما يتبخر الماء ويتحول إلى بخار ويختلط بالهواء .

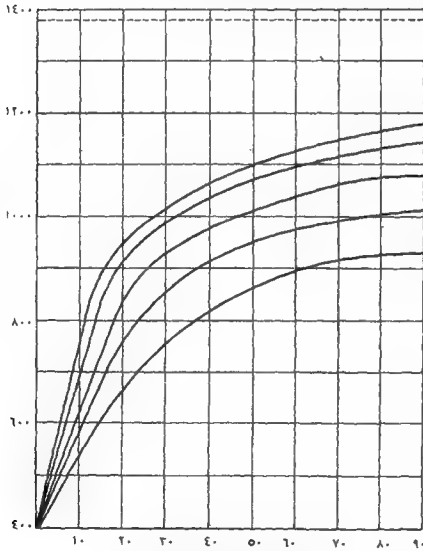
* الأرقام بين الأقواس المربعة تشير إلى مصادر هذه المعلومات



الشكل (٣):
طول عمر
الشمس

شدة الأشعة الشمسية واطار

Intensity of solar radiation W/m^2



ثابت الشمس
Solar constant

الارتفاع: ٢
Altitude: m

٢٠٠٠

٢٢٥٠

الشكل (٤):

تغير شدة

الأشعة المباشرة

بالنسبة

للارتفاع

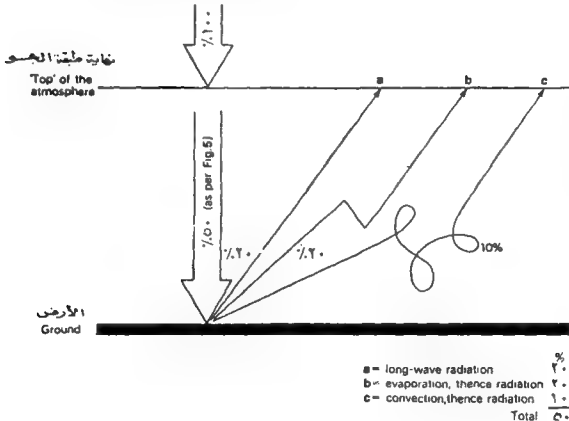
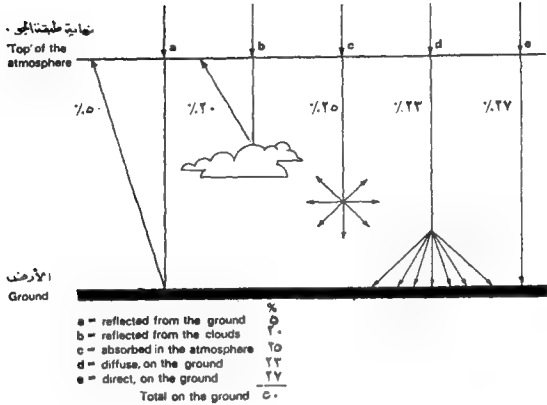
Sea level

Solar altitude angle : degrees

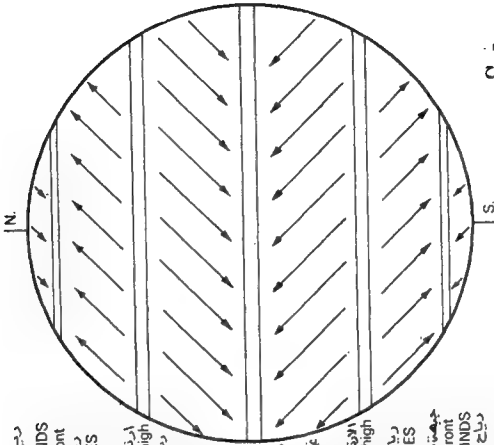
زاوية ارتفاع الشمس : درجات

مجموع الأشعة الواصلة (ثابت الشمس) = 100%
Total radiation arriving (solar constant) = 100%

الشكل (٥):
عمر الأشعة
في الجو



الشكل (٧)
نمط الرياح

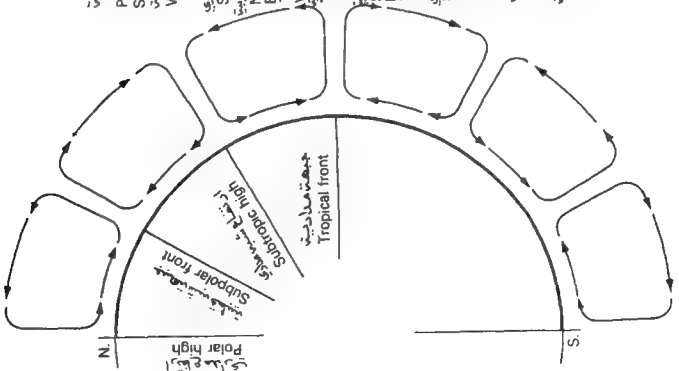


رياح قطبية
POLAR WINDS
Subpolar front
رياح تجارية
WESTERLIES

ارتفاع مداري
Subtropical high
رياح تجارية
NORTH
EAST
TRADE
WINDS
جبهة مدارية
Tropical
front

رياح تجارية
SOUTH
EAST
TRADE
WINDS
ارتفاع مداري
Subtropical high
رياح تجارية
WESTERLIES

جبهة شبه قطبية
Subpolar front
POLAR WINDS
رياح قطبية



٣ . بالانتقال (انتقال الحرارة بالحمل في اتجاه رأسي) : يسخن الهواء الملامس لسطح الأرض الساخنة، فيصبح أخف فيرتفع إلى طبقات الجو العليا حيث يفقد حرارته في الفراغ الخارجي . وتُعَدُّ الرياح أساساً، تيارات لانتقال الحرارة تحاول معادلة الاختلاف في الحرارة في المناطق الجغرافية المختلفة* ويعدّل نمط دوران الرياح بدوران الأرض .

في المناطق الجغرافية ذات الحرارة العالية (تقع تقريباً ما بين مداري السرطان والجدي) يسخن الهواء بواسطة سطح الأرض الساخنة، ويمتدّد، فيقل ضغطه، ويخف وزنه، فيصعد إلى أعلى ويتدفق إلى ارتفاعات عالية، باتجاه مناطق جغرافية باردة . وهناك جزء من هذا الهواء، بعد أن يبرد في مناطق مرتفعة، ينحدر إلى سطح الأرض باتجاه خط الاستواء من كلا الاتجاهين الشمال والجنوب .

١٠١٧
الرياح :
القوى
الحرارية

وتسمى المنطقة التي تقع فيها الرياح الصاعدة الشمالية والجنوبية وحيث تتكون الجبهة الهوائية المدارية، بمنطقة التقابل المدارية . وهذه المنطقة تتمتع بأحوال مناخية هادئة تماماً أو يهب فيها نسيم ضعيف في اتجاهات غير منتظمة وهو ما يسميه البحارة «بنطاق الرهو الاستوائي» (Dol-drams) . إن النمط الكروي لحركة التيارات الحرارية موضحة في الشكل (٧) وكذلك التوضيح التالي .

يدور الغلاف الخارجي مع الكرة الأرضية . وبما أن هذا الغلاف أخف من الأرض وأنه يتحرك كالمائل ، فإنه يبقى ملاصقاً لسطح الكرة الأرضية بفعل الجاذبية والاحتكاك ولذلك فإن معدل دوران الأرض في المناطق التي تدور بأكبر سرعة (حول خط الاستواء) وقد يحدث هنالك انزلاق أو إفلات بين سطح الأرض والغلاف المحيط نتيجة القوى التي تسمى قوة كوريوليس (Coriolis force) . ويتعرض سطح الأرض نتيجة لذلك لرياح تهب بعكس اتجاه دوران الأرض .

١٠١٨
الرياح الثابتة
(الرياح
التجارية)
المركبة الأفقية
(قوس
كوريوليس)

* فقد حُسِبَ أربعة معدلات للدرجات الحرارة - على اعتبار أن الغطاء الجوي ثابت - فكانت على خط الاستواء ٣٣° مئوية بدلاً من ٢٧° مئوية أما في القطب الشمالي فكانت - ٤٠° بدلاً من - ١٧° .

إن الرياح الحقيقية هي نتيجة القوى الحرارية وقوى كوريوليس الشكل رقم (٨) وهي رياح شمالية شرقية، شمال خط الاستواء، ورياح جنوبية شرقية، جنوب خط الاستواء. وتعرف هذه الرياح بالرياح الثابتة الاتجاه (التجارية الشمالية الشرقية، والرياح الجنوبية الشرقية) [٥] وقد سماها بذلك البحارة التجار في زمن متقدم حين كانوا يبحرون حول العالم بالسفن الشراعية.



الشكل (٨) :

متوازي
أضلاع الرياح

يوجد حول خطي العرض 30° شمال و 30° جنوب نطاقان من الضغط الجوي العالي (نتيجة لانحدار الهواء). ويكون الهواء في هاتين المنطقتين خفيفاً ومتغيراً في العادة تهب ما بين خطي العرض 30° شمالاً و 60° جنوباً رياح غربية قوية في اتجاه دوران الأرض.

١.١.٩

الرياح
العكسية
(الغربية) في
منتصف خط

هنالك خلاف قديم حول سبب هذه الرياح، أما الآن فقد اتفق بوجه عام على أن الرياح العكسية (الغربية) على خط العرض يمكن تفسيرها بقانون «المحافظة على الزخم الزاوي» (Conservation of Angular Momentum) حيث يجب أن تبقى كمية الزخم الزاوي بين الأرض والغلاف الخارجي ثابتة. فإذا ما قلّت هذه الكمية في منطقة خط الاستواء، نتيجة الرياح الشرقية، فلا بد أن تعرض بكمية مماثلة من الرياح الغربية في مكان آخر، فلو تحرك الهواء من خط عرض 30° حيث تكون له سرعة محيطة قصيرة، باتجاه خط عرض 60° حيث محور دوران الأرض وحيث السرعة

المحيطية للهواء أقل بكثير من السابق، فإن الهواء السريع الذي يدور يسبق سطح الأرض*.

١،١،١٠ مرة أخرى، فإن نمط هبوط الرياح باتجاه القطبين من خطي العرض ٦٠° شمالاً و ٦٠° جنوباً، يأتي تحت تأثير العوامل الحرارية. وشبه هذا النمط، نمط هبوبها حول خط الاستواء؛ حيث تتحرك الرياح على سطح الأرض من المناطق الباردة إلى المناطق الأقل برودة أو بمعنى آخر بعيداً عن الأقطاب. وحيث أن السرعة المحيطية للهواء تكون قليلة على الأقطاب فإن الهواء سوف يتأخر عن الأرض التي تتحرك بعيداً عن الأقطاب. عند ذلك تنحرف الرياح الشمالية باتجاه الشمال الشرقي والرياح الجنوبية (بالقرب من القطب الجنوبي) باتجاه الجنوب الشرقي وتسمى الرياح الشمالية الشرقية القطبية والرياح الجنوبية الشرقية القطبية.

وفي نقطة تقابل الرياح الباردة القطبية ورياح منتصف خط العرض الغربية، فإن نطاقاً من الضغط المنخفض - جهة دون القطبية - يتكون، وتتكون رياح قوية متغيرة.

١،١،١١ ينحرف نمط الرياح العالية كل عام من الشمال إلى الجنوب وبالعكس، ولكنه يبقى بشكل عام متماثلاً حول المنطقة الواقعة بين المدارين. وتقع هذه المنطقة حيث كمية الحرارة الشمسية القصوى (ارتفاع الشمس الأقصى مع تأخير مدته حوالي شهر). يمثل الشكل (٩) نهايتي

* بما أن الأرض تدور من الغرب إلى الشرق فإن الرياح جميعها تعمل على تباعد دوران الأرض نتيجة اصطدامها بسطح الأرض المعاكسة لاتجاهها. أما الرياح الغربية فتؤدي إلى التسارع (نتيجة دورانها باتجاه دوران الأرض) ولكن قانون المحافظة على الزخم الزاوي في النظام الأرض + الغلاف المحيط ثابتاً. أما في المناطق التي تتأثر بالرياح الشرقية، فإن الاحتكاك بين السطح والرياح يحول الزخم الزاوي من الأرض إلى الغلاف المحيط، بينما يحدث العكس في المناطق التي تتأثر بالرياح الغربية حيث تتحول الزخم الزاوي من الغلاف المحيط إلى الأرض، وتزداد كمية الزخم الزاوي بازدياد سرعة دوران الغلاف الخارجي. وهذا ممكن عندما يحول الغلاف كمية الزخم الزاوي من المدارين وكمية قليلة من جوانب القطبين إلى خطوط العرض المتوسطة (٣).

المنطقة المعروفة بمنطقة التقاء المدارين في شهر تموز (شمالاً) وشهر كانون الثاني (جنوباً).

ونتيجة لهذا الانحراف الحولي، فإن معظم الكرة الأرضية يتعرض لتغيرات موسمية، ليس بالنسبة لتغير درجات الحرارة فقط، ولكن أيضاً بالنسبة لاتجاهات الرياح وكمية الأمطار الساقطة (نتيجة لحركة الرياح التي تحمل بخار الماء).

واستناداً بالقياس العالمي، فإن الرياح والأمطار، يحدثان نتيجة للتفاعل أو للتأثير المتبادل بين أنماط تدفق الظروف المناخية العريضة وبين أنماط الضغط والحرارة الإقليمية، التي تشكل تحت تأثير اختلاف الحرارة المكتسبة من الشمس بين البر والبحار والغابات.

١،١،١٢

تأثير

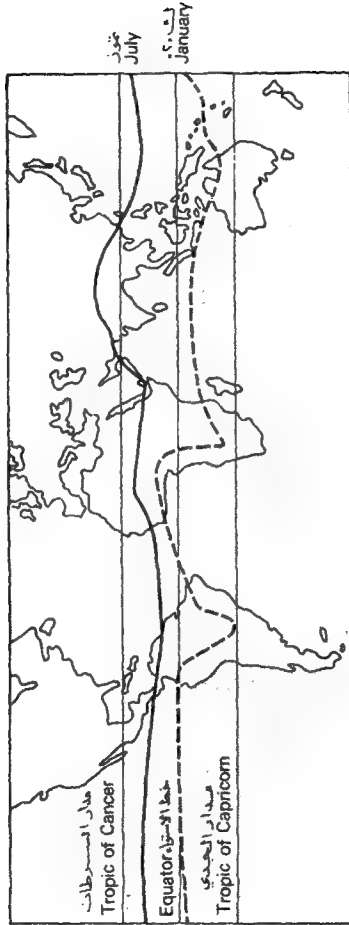
التضاريس

المنطقة المدارية

وتتأثر قوة الرطوبة واتجاهها وكميتها بتدفق الرياح كثيراً بالتضاريس الطبيعية تنحرف الرياح أو تتجه إلى أعلى إذا ما صادفت سلاسل جبال. وتنحرف إلى أعلى إذا بردت وتفقد ما بها من رطوبة (على شكل أمطار). ونادراً ما تمطر الرياح المنحدرة ولذلك فإن سقوط الأمطار يتأثر كثيراً بالموقع، إذا كانت الجبال باتجاه هبوب الرياح أو على السفوح الواقعة بعكس اتجاه هبوبها. وتعتمد كمية الرطوبة في الرياح كذلك على تبخر المياه من الأسطح السفلى، أو بمعنى آخر، على وجود كميات من المياه المتبخرة.

ويمكن لحركة الرياح أن تكون في مدى صغير، بين بحيرة وشاطئها، بين مقلع للحجارة وبين غابة مجاورة، بين بلدة وبين ما يحيط بها من ريف وحتى بين جزء مشمس من بناية كبيرة وآخر ظليل، وهذا ما ستعرض له في الجزء [٦] ١١، ٤، ٠١

الشكل (٩) :
التغيرات
الفصلية في
المنطقة المدارية



١,٢ عناصر المناخات

١,٢,١	معلومات المناخ
١,٢,٢	درجة الحرارة : القياسات
١,٢,٣	درجة الحرارة : معطيات
١,٢,٤	الرطوبة : القياسات
١,٢,٥	ضغط البحار
١,٢,٦	الرطوبة : المعطيات
١,٢,٧	التساقط (المطر، الثلج، الندى)
١,٢,٨	كمية الأمطار - دائرة المطر
١,٢,٩	ظروف السماء
١,٢,١٠	أشعة الشمس : القياسات
١,٢,١١	أشعة الشمس : المعطيات
١,٢,١٢	الرياح : القياسات
١,٢,١٣	الرياح : المعطيات
١,٢,١٤	المميزات الخاصة
١,٢,١٥	النباتات
١,٢,١٦	التمثيل البياني

١,٢,١ معلومات المناخ
يهتم المصمم بشكل خاص بالعناصر المتعلقة بالمناخ التي تؤثر على راحة الإنسان وعلى استعمال المباني . وهذه العناصر هي ، درجة الحرارة (المعدل والتغيرات بين الحدين ، أقل درجة حرارة وأقصى درجة حرارة ، والاختلاف في درجات الحرارة بين الليل والنهار أو المدى اليومي) والرطوبة وأطوال النهار والاشعاعات الواردة والصادرة وسقوط الأمطار وتوزيعها وحركة الرياح وبعض المظاهر الخاصة مثل الرياح التجارية والعواصف الرعدية والعواصف الغبارية والأعاصير .

إن المعلومات المسجلة عن المناخ مما نجمع في المطارات ومحطات الأرصاد الجوية لا تجمع بالدرجة الأولى لاستعمال المصمم ، بل

إن بعض المنشورات تحذف أحياناً بعض المظاهر المهمة للمصمم . وفي بعض الأحيان تكون الحاجة لاستكمال هذه المعلومات مباشرة من محطات الأرصاد الجوية .

وتكون مهمة المصمم تحليل المعلومات عن المناخ وتقديرها بشكل يمكن من ملاحظة الملامح البارزة التي تفيد سكان المبنى في المستقبل أو تضرهم .

وتقاس الدرجة المئوية لحرارة الهواء في معظم الأحيان بميزان حرارة زئبقي وتكون درجة الحرارة المسماة «درجة حرارة الهواء الحقيقية» والمقاسة بميزان حرارة ذي بصيلة جافة، مقياساً لدرجة الحرارة في الظل . ويحاط ميزان الحرارة بصندوق خشبي على شكل أباжور (نافذة خشبية ذات شقوق للتهوية)، وتعرف باسم «ستارة ستيفينسون»، الشكل (١٠) ويكون ارتفاعه ما بين ١,٢٠ - ١,٨٠ متر فوق الأرض [٧] .

وتؤخذ القراءات في أوقات محددة من اليوم ، أو قراءة واحدة في اليوم تمثل درجة الحرارة اللحظية إضافةً إلى درجتي الحرارة القصوى والدنيا (وفي حالة استعماله ميزان حرارة خاص) في اليوم السابق . ويمكن استبدال ذلك بمرسمة تغير درجات الحرارة (Thermograph) مبني على أساس ميزان حرارة ثنائي المعدن أو مرسومة تغير درجات الحرارة مكونة من شريحة ثنائية المعدن، تعطي خطأً بيانياً مستمراً للتغير في درجات الحرارة .

إن جميع المعلومات السابقة تشكل كمية كبيرة من المعطيات التي تصعب الاستفادة منها إلا بعد إجراء بعض التبسيط عليها . ويمكن استعمال معدل درجات الحرارة الشهرية كوصف عام لنصف درجات الحرارة في شهور السنة الاثني عشر . يؤخذ المعدل في كل يوم بين القيمة القصوى والدنيا، ويؤخذ بعين الاعتبار بعد ذلك المعدل النهائي للشهر (ويمكن استعمال المعدل الشهري لشهر معين في أي عدد من السنوات) ويمكن إعطاء فكرة عن الاختلاف اليومي في درجات الحرارة بحيث تستعمل معدل درجات الحرارة الشهرية القصوى والدنيا (معدل درجة الحرارة الشهرية القصوى يعني مجموع درجات الحرارة اليومية القصوى في شهر مقسوماً على عدد أيام

الشهر). وسوف تكون هذه المعدلات (معدل درجة الحرارة الشهرية ومعدل درجات الحرارة القصوى والدنيا الشهرية) أساساً لمعدل حدود درجات الحرارة في شهر.

ويمكن الاستفادة من تسجيل أقصى وأدنى درجة حرارة تسجل في شهر، في معرفة أقصى تباعد في قيم درجات الحرارة في شهر ما.

هذه القيم الخمس (معدل درجة الحرارة الشهرية، معدل درجات الحرارة القصوى والدنيا الشهرية، معدل فروق درجات الحرارة الشهرية، أقصى وأدنى درجة حرارة شهرية، ومعدل حدود درجات الحرارة الشهرية) لكل شهر من أشهر السنة تعطي صورة واضحة ومعقولة عن درجات الحرارة التي يمكن اعتمادها أساساً للتصميم. (لمزيد من المعلومات انظر الجزء رقم ٨).

يمكن وصف كمية الرطوبة في الهواء بأنها الكمية المطلقة (Absolute Humidity) : وهي كمية الرطوبة الحقيقية في وحدة الكتلة (غم/كغم) أو وحدة الحجم من الهواء (غم/م^٣).

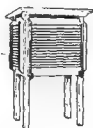
١,٢,٤
الرطوبة :
القياسات

والرطوبة النسبية (Relative Humidity, RH) على كل حال تعتبر أكثر فائدة، حيث تعطي مؤشراً مباشراً عن كمية التبخر. وتعتمد كمية الرطوبة التي يستطيع الهواء أن يحتفظ بها (نقطة التشبع saturation-point Humidity (SH) على درجة حرارة الهواء (انظر الجدول ١,١). ويمكن تعريف الرطوبة النسبية بأنها النسبة الحقيقية للرطوبة، بالنسبة لكمية الرطوبة التي يستطيع الهواء أن يحتفظ بها في درجة حرارة معينة ويعبر عنها بنسبة مئوية :

$$RH = \frac{AH}{S.H} \times 100\%$$

وتقاس الرطوبة عادة بجهاز يسمى مرطاب (جهاز قياس الرطوبة النسبية في الجو) وله بصلة جافة مبللة. ويتكون من ميزاني حرارة مُبرَّزان بعضهما أزاء بعض. الأول يقيس درجة حرارة الهواء (dry-bulb temperature DBT) والثاني تغطيه بصيلته قطعة من القماش المبلل، فتتخفّر

الشكل (١٠)
مشارة
ستيفسون



الرطوبة فتعطي تأثير التبريد (حول البصيلة) ولذلك، فإن قراءة ميزان الحرارة ذي البصيلة المبللة (Wet-bulb temperature WBT) تكون أقل من ذي البصيلة الجافة (DBT). وعند قياس درجة حرارة الهواء، فإن التبخر يكون أسرع ويكون التبريد حول البصيلة أكثر، ولذلك فإن الفرق في درجتي الحرارة، الجافة والرطبة، يكون أكبر. وعندما تكون الرطوبة النسبية في الهواء ١٠٠٪ فإن القراءتين الجافة والرطبة تكونان متساويتين. ومن القراءتين، يمكن إيجاد الرطوبة النسبية (RH) وذلك باستعمال جداول خاصة أو مسطرة منزقة خاصة انظر رقم (١، ٢).

وهناك دليل آخر، أو تعبير ثان عن رطوبة المحيط، وهو الضغط الجزئي لذرات بخار الماء الموجودة في الهواء. ويعرف الضغط الجوي (P) (atmospheric Pressure) بأنه حاصل مجموع الضغط الجزئي للهواء الجاف (partial pressure of dry air (Pa) والضغط الجزئي للبخر (partial Vapour Pressure Pa).

$$P = P_a + P_v.$$

ويكون الهواء مشبعاً بالرطوبة عندما يكون ضغط البخار مساوياً لضغط البخار المشبع في درجة الحرارة نفسها (P_{vs}) ويمكن التعبير عن الرطوبة النسبية أيضاً بأنها النسبة بين ضغط البخار الحقيقي وضغط البخار في الاشباع:

$$RH = \frac{AH}{SH} \times 100 = \frac{P_v}{P_{v_s}} \times 100 (100\%)$$

يقاس ضغط البخار بالوحدات العالمية (SI)، نيوتن/م^٢ = millibar. ويمكن ملاحظة العلاقة بين الكميات المختلفة، ودرجة الحرارة الجافة الرطبة والرطوبة النسبية وضغط البخار في الشكل رقم (١٢).

الشكل (١١)



لمعرفة حالة الرطوبة السائدة، يكفي أن تعطي معدل الرطوبة النسبية الشهرية القصوى (معدل الرطوبة النسبية القصوى في ٣٠ يوماً) والدنيا لسنة

١٠٢٠٦ كاملة. وهذا يكفي، إذا وجدت قراءات مستمرة (مسجلة على ورق خاص) الرطوبة : على جهاز يسمى مرسمة (hygrograph) * . ولكن إذا كانت هذه المقادير الممطيات غير مسجلة فتؤخذ قراءات ما قبل الشروق مباشرة (الساعة ٦ صباحاً) التي يمكن اعتبارها الحد الأقصى، والساعة ٣ بعد الظهر واعتبارها الحد الأدنى .

وحيث أن القراءات في الصباح تكون عالية في أي مناخ، فإن قيم القراءات بعد الظهر تكون مختلفة من مناخ إلى آخر. ولذلك تستخدم هذه القراءات وحدها كمؤشر تقريبي على أحوال الرطوبة .

ويستخدم هذا التعبير على أنه كلمة جامعة لما يتساقط من أمطار وثلوج وندى وصقيع، كشكل من أشكال ترسيب الماء من الجو المحيط. ١٠٢٠٧ التساقط ويقاس بمقياس خاص يسمى مقياس الأمطار (rain gauge) معبراً عنه بالمليمتر/ وحدة زمن (مم/ شهر أو مم/ يوم) .

وتعبر القيم عن كمية الأمطار الكلية المجموعة لكل شهر أو لكل سنة (أو معدل لعدد من السنوات) وتعطي هذه القيم نمط جفاف المواسم أو رطوبته. أما القيم القصوى أو الدنيا (الشهرية أو السنوية) فإنها تعطي مؤشراً على استمرارية الأمطار أو الانحراف عن المعدل .

وأما كمية هطول الأمطار في أية ٢٤ ساعة فإنها تعطي مؤشراً عن الفيضان وعن نوعية وطريقة تصميم صرف المياه (عن الأسطح والمناطق المظللة والميازيب ومواسير الصرف) ومن المفروض أيضاً معرفة كثافة المياه الساقطة في الساعة (مم/س) .

١٠٢٠٨ وقد يحتاج مصمم المبنى، إذا كانت الأمطار الكثيفة تصاحبها رياح داترة المطر قوية أم لا أو بمعنى آخر، ما يعرف باسم دائرة المطر (driving rain) [٩] .

يمكن تمييز موقع ما يسمى دليل دائرة المطر (driving rain index)

* هو جهاز يعتمد على حركة شعر الانسان عند ترطيه، هذه الحركة تعتمد على كمية الرطوبة. وتظهر تمدد وتقلص هذه الشعيرات إلى حركة ميكانيكية، وتسجل بواسطة قلم على شكل خطوط مستمرة، للاختلاف في الرطوبة، على ورق خاص ملفوف على اسطوانة تدور بسرعة ثابتة .

[١٠] وهي ما يعبر عنها بدرجة التعرض. وتنتج عن كمية الأمطار السنوية الهاطلة (بالمتر) ومعدل سرعة الرياح السنوية (بالمتر/ ثانية)، ولذا تكون وحدتها بالمتر المربع/ ثانية. ويمكن اعتبار الموقع الذي تبلغ فيه هذه الكمية ٣م^2 / ثانية بأنه موقع محمي. كما يمكن اعتبار الموقع الذي تبلغ فيه هذه القيمة ما بين $٣ - ٧\text{م}^2$ / ث بأنه موقع متوسط والمكان الذي يبلغ فيه دليل دائرة المطر أكبر من ٧م^2 / ث بأنه موقع قاس.

ومن الواضح أن هذا الدليل يصنف بشكل عريض موقعاً ما، ولكن نفاذ الأمطار إلى موقع ما يعتمد حقيقة وبشكل أدق على شدة الأمطار اللحظية وسرعة الرياح في اللحظة نفسها.

١٠٢٠٩ حالة السماء
تعبّر حالة السماء عادة عن مدى وجود الغيوم أو عدم وجودها. وفي المعدل فإن ملاحظتين تسجلان في كل يوم، وعندما يغطي جزء من السماء بالغيوم فإنه يعبر عن هذا الجزء بنسبة مئوية (بعض التسجيلات تعبر عن تغطية السماء بالغيوم بالأعشار أو بالأثمان، مثل ٥٠٪ أو خمسة أعشار أو أربعة أثمان، وهي كلها تعني أن نصف مجموع الجو مغطى بالغيوم). وهناك قراءات قليلة موجودة تعبر عن حالة السماء ليلاً [١١].

ومن المفيد للمصمم أن يعرف الوقت والمرات التي تكررت فيها ملاحظة حالة السماء وتسجيلها. ويمكن أن يكون رقمك يعبر عن معدل حالة السماء ليوم نمطي أو مطابق، في شهر ما، عدة فوائد معبرة، مثل أن يكون ما بين الصباح وبعد الظهر ذا حالة جوية تؤثر على تصميم الأسقف، والمظلات وعناصر كاسرات الشمس.

١٠٢٠١٠ أشعة الشمس القياسات
يمكن استخدام مسجل بسيط لأشعة الشمس، ليسجل امتداد فترة إشراق الشمس معبراً عنها بعدد الساعات في اليوم كمعدل لكل شهر. وهناك مجموعة من الأجهزة المتطورة (مقياس الإشعاع الشمسي Solarimeter) ومقياس لقطر الشمس والأبعاد الزاوية الفلكية (heliometer)، ومقياس قوة الإشعاع (actinometer)، ومقياس درجات الحرارة (pyranometer) تستخدم لتسجيل كمية الإشعاع الشمسي، ولكن

رطوبة الجو



المعلومات التي يعول عليها، القابلة للمقارنة، قليلة وبعيدة. ففي معظم ما كتب عن الموضوع تعطي شدة الإشعاع الشمسي بوحدة الحرارة البريطانية (British Thermal Unit BTU) أو بالكيلوكالوري / م² / ساعة أو بوحدة الإشعاع الحراري (Langley)، كالوري / سم² / ساعة. ولكن الوحدة المقبولة عالمياً (SI) هي الواط / م²، هذه هي شدة الإشعاع اللحظية (سقوط الأشعة على سطح في زمن معين): (جول: وحدة قياس للطاقة = ١٠ ملايين أרג، (Joules: جول / م² / ثانية (واط / م² ث = جول / ث). وسوف يعبر عن مجموع الطاقة المشعة الساقطة في مدة كبيرة، كيوم كامل مثلاً بالجول / م² أو المضاعفات ميجاجول / م² يوم (ميجاجول = مليون جول) [١٢].

١٠٢٠١١
أشعة الشمس
المعطيات

إن كمية الأشعة الشمسية المشعة في اليوم (ميجاجول / م² يوم) لكل شهر منفرداً، وعلى مدار السنة تعطي مؤشراً مقبولاً عن حالة الطقس، بما فيها التغيرات الفصلية. ويمكن أيضاً إضافة أعلى وأقل مجموع لكمية الإشعاع اليومية لكل شهر للنظر في حدود التغيرات التي يمكن حدوثها. (أقصى / كمية إشعاع في أيام شهر ما).

وفي حالة تصميم التفاصيل، يجب أن يحدد معدل شدة الطاقة الشمسية الساقطة في اليوم (ميجاجول / م² س)، أو معدل شدة الطاقة الساقطة في الساعة (واط / م² أو على الأقل، أعلى وأقل كمية اشعاع ساقطة ليوم نمطي من أيام السنة.

إن كمية الإشعاع عادة لا توجد كمعطيات منشورة من الأرصاد الجوية، ولكنها تكون موجودة تحت الطلب، ويمكن إيجادها في مطبوعات خاصة [١٣]. وهناك الهيئة الجوية للولايات المتحدة (US Weather Bureau) تجمع التسجيلات عن كثافة الأشعة الشمسية من جميع أنحاء العالم.

ويعطي الملحق رقم (٢) مجموعة من المناقل لحساب شدة الإشعاع في ظروف السماء الصافية، لاستخدامها مقترنة بالرسم البياني لشدة الإشعاع الشمسي الثلاثي الأبعاد. كما يمثل الملحق رقم (٣) الطريقة

لتقدير الكمية الاجمالية للاشعاع الشمسي اليومي معتمدة على أساس المدة التي تظهر فيها الشمس المسجلة .

١٠٢.١٢

الرياح
القياسات

تقاس سرعة الرياح بواسطة مقياس سرعة الرياح (anemometer) ذي المروحة أو الصحن ، أو بواسطة مقياس سرعة السوائل (pilot tube) شبيه بمقياس سرعة الرياح المستخدم في الطائرات . واتجاه الرياح يمكن تحديده بمروحة الريح . كما يمكن الحصول على معلومات مسجلة لسرعة الرياح واتجاهها باستعمال مرسمة الرياح (anemograph) تقاس سرعات الرياح عادة ، أو تسجل ، في أرض مستوية على ارتفاع ١٠ متر [١٤] . وأما القياسات في المدن أو المناطق المأهولة فعادة ما تقاس على ارتفاع يتراوح ما بين ١٠ - ٢٠ متراً لتجنب العوائق . وتكون عادة سرعة الرياح بالقرب من سطح الأرض أقل منها في حالة الرياح الحرة - البعيدة عن العوائق وسطح الأرض .

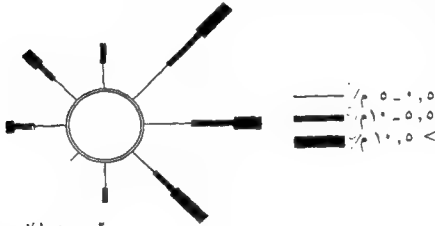
وتقسم اتجاهات الرياح إلى ثمانية أو ستة عشر قسماً : أربعة في الاتجاهات الرئيسية (الشمال والشرق والجنوب والغرب) وأربعة متوسطة بين الاتجاهات الرئيسية (شمال شرق وجنوب شرق وجنوب غرب وشمال غرب) كما يمكن استخدام الاتجاهات الثمانية الثلاثية (الشمال والشمال الشرقي ، الشرق والشمال الشرقي ، والغرب والجنوب الغربي ، الغرب والجنوب الغربي ، والغرب والشمال الغربي ، والشمال والشمال الغربي) . وتقاس السرعة بالأمطار/ ثانية (م/ث) ، ولكن هنالك معلومات يمكن حسابها في الوحدات المطلقة ، مثل القدم/ دقيقة . ميل / ساعة أو عقدة (ميل بحري / ساعة) . وما زال مقياس سرعة الرياح الذي طُوِّرَ فيفورت عام ١٨٠٦ ، والذي اعتمد على أساس المشاهدة البصرية ، يستخدم رغم أنه ليس له طبيعة علمية . ويبين الملحق رقم (٤) تعريف التصنيفات الاثني عشر السابقة .

١٠٢.١٣

الرياح
المعطيات

يجب على المصمم أن يحدد أن هنالك اتجاه سائد للرياح ، وما اذا كان هنالك انحراف يومي أو فصلي يمكن التنبؤ به ، وما اذا كان اتجاه ملحوظ سائد لسرعة الرياح اليومي أو الفصلي . ويجدر به أيضاً أن يلاحظ الأوقات التي تكون فيها الرياح هادئة في كل شهر

وفي العادة فإن جميع محطات الأرصاد تسجل حدوث العواصف أو الأعاصير أو الأعاصير المدارية أو الدورية . وتجدول عادة تسجيلات الرياح بالنسبة لاتجاهاتها وسرعتها، وبشكل يوضح دورة حدوثها في فترة زمنية قصيرة عادة ما تكون ٢٥ - ٥٠ سنة وهناك عدة طرق لتمثيلها بيانياً . وبعض هذا التمثيل وارد في الشكل (١٣) والشكل (١٤) .



٢ مم = ١% من الوقت

تتعرض معظم الأقاليم لظروف غير مستحبة، مثل تساقط الثلوج والعواصف الرعدية، والزوابع العادية أو الدوارة، والهزات الأرضية، والأعاصير الدوامة والخماسين والعواصف الرملية . وعلى الرغم من أن حدوثها قد يكون نادراً، ولكن من الأهمية بمكان استنساخ دورة حدوثها، ومدة دوامها وطبيعتها من معطيات الأرصاد الجوية . ويجب على المصمم أن يصنف مثل هذه الأحداث إلى قسمين : قسم يؤثر على راحة الانسان، وقسم يؤثر على سلامة المباني وحياة السكان . فاذا سببت عدم الراحة، سواء للعمل أو النوم، فانها محتملة اذا كانت نادرة ولا تدوم أكثر من بضع ساعات . ولكن سلامة المنشآت لا بد من ضمانها ولو كانت نادرة الخطورة .

١,٢,١٤
خواص
مميزة

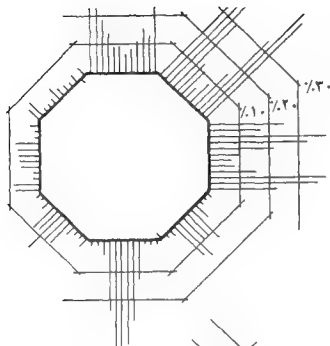
ولا تكتمل الصورة عن المناخ دون ملاحظة طبيعة الغطاء النباتي . وعلى الرغم من أنه يُعدّ نتيجة للمناخ نفسه إلا أنه يؤثر في مناخ الموقع المحلي . ويُعدّ عنصراً مهماً في تصميم المساحات الخارجية، ويزودها بمساحات مظلمة من أشعة الشمس ويوفر حماية من الانبهار (glare) .

١,٢,١٥
النباتات

ويمكن أن يمتد هذا الجزء عن مسح المناخ من ملاحظات بسيطة حول نوع الساعات الحية إلى مجمل طويل عن غالبية الأشجار والنباتات المحلية : أشكالها وألوانها وأفضلية أماكنها وتوجيهها .

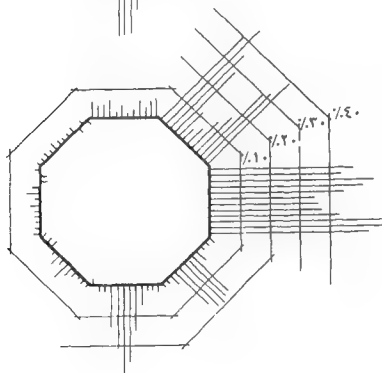
١.٢.١٦ وليس من السهل معرفة طبيعة مناخ ما بنظرة بسيطة إلى الكميات التمثيل البياني الهائلة من المعلومات المسجلة في أقرب محطة أرصاد حوية . بل من الضروري تصنيف المعلومات الموجودة وتلخيصها ، وتسهيلها بما يتناسب مع الأهداف والمطالب الضرورية للتصميم بالنسبة للمناخ . ويمكن اجاز ذلك بصورة أفضل بتبني طريقة قياسية للاخراج أو الرسم البياني . ويمثل الشكل (١٥) طريقة بيانية طورت لتسهيل وصف المعلومات الخاصة بالتصميم البيئي . كما يمثل الشكل (١٦) مخططاً بيانياً للتغير اليومي لعنصر من عناصر المناخ (درجة الحرارة) في السنة كلها برسم خطوط الكنتور ذات درجات الحرارة المتساوية ، كذلك الموضحة في الشكل (١٦) .

وللمساعدة في فهم مناخ غير مألوف أو غير عادي يمكن أن يقارن هذا المناخ بمناخ مألوف ومن ثم قياس وملاحظة الفرق بينهما وأفضل طريقة لتحقيق ذلك تكون باستخدام طريقة عرض بيانية قياسية أولاً لمناخ البلدة التي يعيش فيها وبعدها للمناخ الغريب المراد معرفة خواصه . وعند وضع الرسمين البيانيين جنباً إلى جنب ، أو وضع أحدهما فوق الآخر ، إن كان أحدهما شفافاً ، فإن التشابه والاختلاف بين خواص المناخين أو المنطقتين يصبح واضحاً ، ويمكن أيضاً ملاحظة المظاهر المميزة لهذا المناخ . ويمكن اظهار معظم الاختلافات المهمة باستخدام طريقة المقارنة للرسومات البيانية المبسطة ، كما يظهر في الشكل (١٧) .



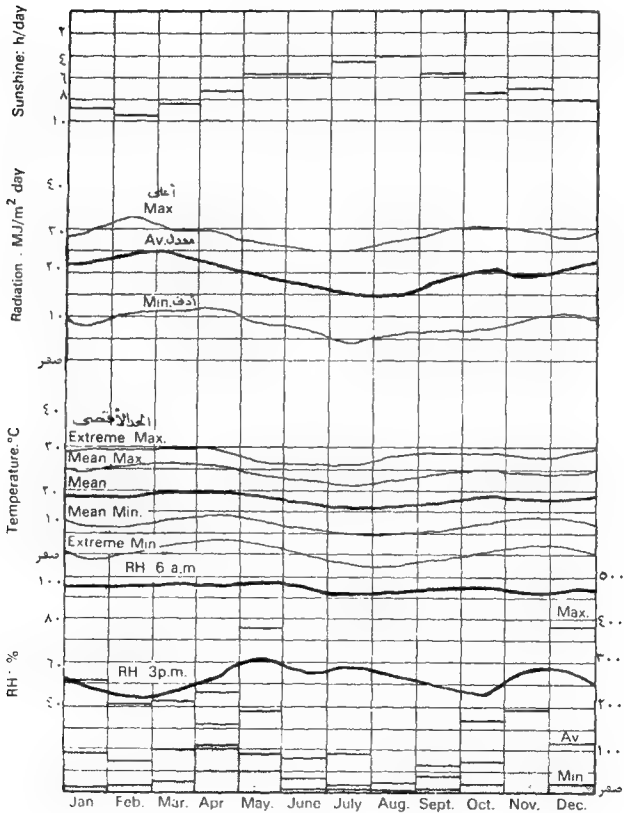
الزمن Time: ٩.٠٠ h
 هادش Calms: Jan ١.٠%
 Feb ١.٠%
 Apr ١.٠%
 June ١.٠%
 July ١.٠%
 Aug ١.٠%

شكل (١٤):
 دورة الرياح
 السنوية
 (مدينة نيروبي)



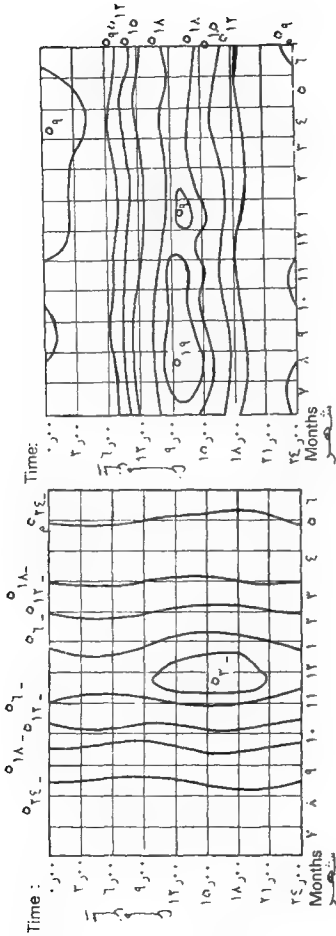
الزمن Time: ١٥.٠٠ h
 هادش Calms: None

شكل (١٥) منحني المناخ لمناخ مداري مرتفع (نيروبي)



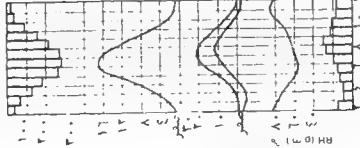
كمية سقوط الأمطار: mm/month

شكل (١٦).
الخطوط
الكتورية
لدرجات
الحرارة



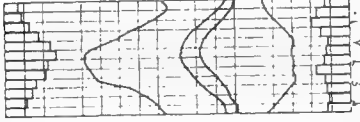
CLIMATES:

Cold



Stockholm
59°21'N 18°4'E 44m

Moderate



Milan
45°27'N 9°17'E 102m

Hot-dry



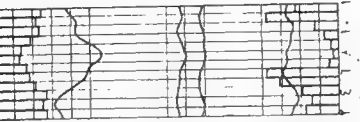
Cairo
29°52'N 31°20'E 116m

Warm-humid



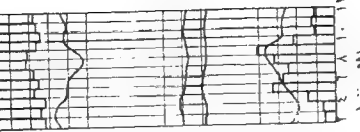
Trivandrum
8°28'N 76°57'E 60m

Tropical upland



Nairobi
1°18'S 36°45'E 270m

Equatorial



Equator
0°0' 35°33'E 2718m

شكل (١٧):
مقارنة
المناخات

Months
RH (p.p.)
Temp (°C)
Precip (mm)
Wind (km/h)

١,٣ تصنيف المناخات المدارية :

١,٣,١	مناطق المناخ
١,٣,٢	المناخات المدارية
١,٣,٣	المناخ الدافئ الرطب
١,٣,٤	المناخ الدافئ الرطب - للجزر -
١,٣,٥	المناخ الصحراوي، الحار الجاف
١,٣,٦	المناخ الصحراوي الساحلي، الحار الجاف
١,٣,٧	المناخ المركب أو الموسمي
١,٣,٨	المناخ المداري للمناطق المرتفعة

١,٣,١ مناطق المناخ
ينتج من تفاعل الاشعاع الشمسي مع الجو، وقوى الجاذبية مع توزيع الأرض والبحر، أصناف لا حصر لها من المناخات تقريباً. ومع ذلك يمكن تمييز مناطق معينة أو أشرطة من المناطق لها مناخات متشابهة تقريباً. ولذلك فإن من الأساسيات التي يجب أن يراعيها المصمم أن يكون على علم بسميزات هذه المناطق ومواقعها لأنها مؤثر لبعض المشكلات المناخية التي يجب عليه أن يضعها في الحسبان.

لا يمكن وضع حدود ثابتة لمناطق المناخات المختلفة. فيمكن لمنطقة أن تندمج تدريجياً، وبطريقة غير محسوسة، في منطقة أخرى. ولكن يمكن تمييز المناطق بسهولة، أو تمييز منطقة التحول بين منطقتين وإلى أي المنطقتين تقع منطقة الاستقرار (البشري).

إن هذا العمل الحالي، يختص بالمناطق المناخية المدارية فقط، كما وضحنا ذلك في القسم (١,١,١). فتقسيم المناطق المناخية إلى مناطق فرعية سوف ينظر إليها كأداة مفيدة لتوصيل المعلومات. وهذه مهمة المصطلحات لنقل كمية كبيرة من المعلومات لهؤلاء الذين لهم علاقة بها. وتزداد فائدة المصطلحات بزيادة العارفين بها والمستخدمين لها والذين يقبلون بها.

ان التصنيفات الواردة فيما بعد، اقترحها اتكنسون (G A. Atkinson)

١,٣,٢
المناخات
المدارية

عام ١٩٥٣. وقد ظلت مقبولة على مستوى واسع منذ ذلك الحين الى يومنا هذا وثبتت جدواها. وقد اعتمدت في التصنيف على عاملين جويين لهما أثرهما في راحة الانسان وهما: درجة حرارة الهواء والرطوبة (كما سنرى الجزء رقم ٢) والمعيار الرئيسي هو: ما هي القيم القصوى أو المتطرفة التي تسبب عدم الراحة نتيجة للعاملين السابقين. ولذلك فقد قسّمت المناطق المدارية من الأرض الى ثلاث مناطق مناخية رئيسية وثلاث مناطق فرعية.

١. المناخ الاستوائي الحارّ الرطب: ويتضمن الحار الرطب للجزر أو المناخ ذو الرياح التجارية.

٢. مناخ صحراوي حار جاف: ويشمل المناخ الصحراوي الحار الجاف الساحلي.

٣. مناخ مركب أو موسمي (مركب من المناخ رقم ١، ٢) ويشمل المناخ المداري للمناطق المرتفعة.

سيتم الرجوع إلى الأقسام بين ثنايا الكتاب. وسنقدم فيما يأتي تفاصيل لكل منطقة. (معظم القيم المثبتة في هذا الكتاب أخذت من (اتكنسون) [١٥].

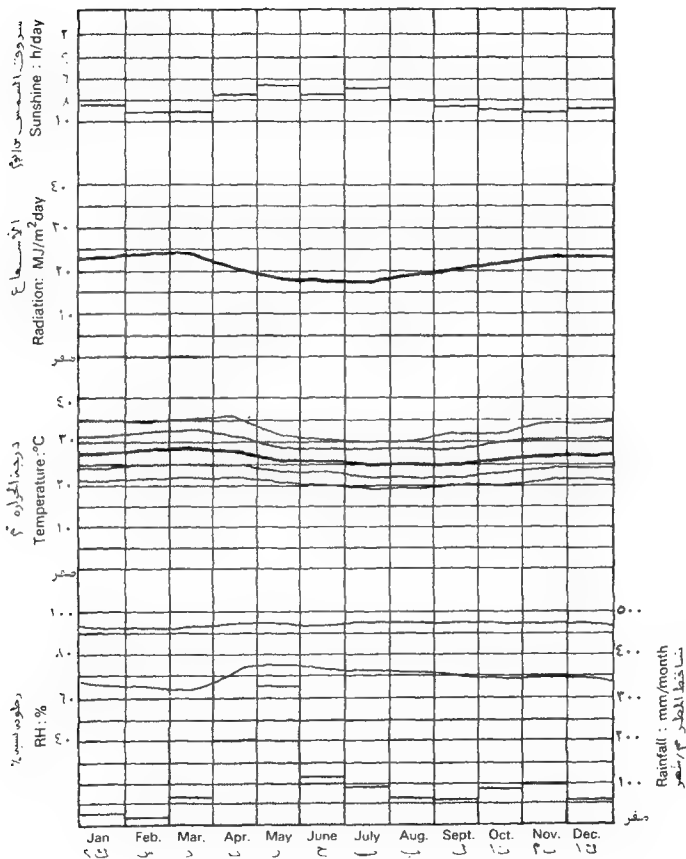
١٠٣.٣ المناخ الدافئ ١٥° جنوباً حتى خط عرض ١٥° شمالاً. ومن بعض المدن الموجودة في هذا الحزام - لاجوس - دار السلام - ممباسا - كولومبو - سنغافورة - جاكارتا ويوضح الشكل رقم (١٨) رسماً بيانياً لمناخ مدينة ممباسا - كينيا.

هنالك تغير طفيف في فصول السنة، ويتمثل في الاختلاف في كمية الأمطار وحدوث عواصف الرياح والعواصف الكهربائية (الناتجة من البرق)

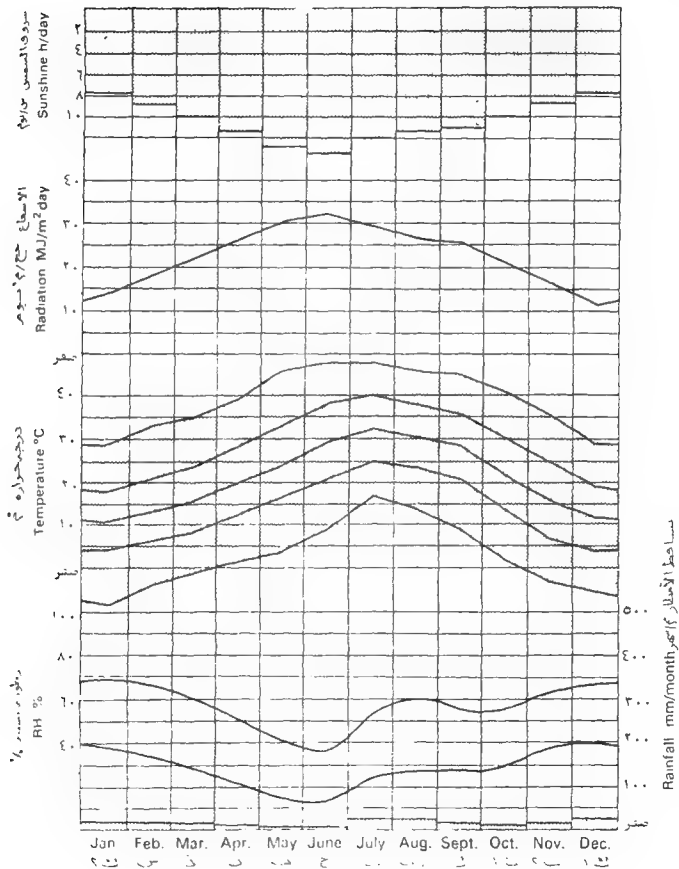
وتصل درجة الحرارة الجافة (DBT) في الظلال حدّها الأعلى في أثناء النهار وتتراوح بين ٢٧°م - ٣٢°م، ولكنها في بعض الأحيان تتجاوز الحد الأقصى. وأما في الليل فإن معدل الحد الأدنى لها يتراوح ما بين ٢١ م - ٢٧ م. وتكون حدود درجات الحرارة اليومية والفصلية متقاربة جداً.

والرطوبة النسبية (RH) دائماً عالية، إذ تبلغ حوالي ٧٥٪ معظم

الشكل (١٨): منحنى مناخ (مومباسا - كينيا) مناخ دافق - رطب



الشكل (١٩) : مخطط مناخ (فونكس - الايزونا) مناخ حار جاف صحراوي



الأحيان ولكنها تتراوح ما بين ٥٥٪ - ١٠٠٪ ويكون ضغط البخار ثابتاً في حدود ٢٥٠٠ - ٣٠٠٠ نيوتن / م^٢.

وتساقط الأمطار عالٍ على مدار العام، ولكنه يكون كثيفاً في عدة أشهر متتالية. وتتراوح كمية الأمطار السنوية ما بين ٢٠٠٠ - ٥٠٠٠ مم وقد تزيد على ٥٠٠ مم في شهر واحد، الشهر الأكثر مطراً. وفي بعض العواصف الماطرة فإن معدل تساقط الأمطار قد يزيد على ١٠٠ مم / الساعة لمدة قصيرة.

ويكون الجو في الغالب غائماً، على مدار السنة كلها. وتزيد نسبة تلبد السماء بالغيوم على ٦٠٪ - ٩٠٪. ويمكن أن تصل الاستضاءة في السماء إلى ٧٠٠٠ كانديلا / م^٢، ويمكن أن تزيد عندما تكون السماء مغطاة بطبقة رقيقة من الغيوم أو عندما تضيء الشمس الغيوم البيضاء (الكنهورية) من غير أن تظهر. وفي حالة تلبد السماء بالغيوم فإن كمية الاستضاءة تصل إلى حوالي ٨٥٠ كانديلا / م^٢ أو أقل.

ينعكس جزء من أشعة الشمس على الغيوم الكثيفة أو على ذرات البخار الكثيفة المنتشرة في الجو، وذلك فإن الأشعة تصل إلى الأرض متشتتة ولكنها قوية ويمكن أن تسبب انبهاراً مؤلماً. ويمنع البخار والغيوم الأشعة التي تنعكس على الأرض والبحر من الصعود إلى السماء الملبدة لذا فإن الحرارة تتراكم وتزداد.

وتكون سرعة الرياح في العادة قليلة، والأوقاف الهادئة تكون دورية، ولكن الرياح القوية يمكن أن تحدث مع زوايا الأمطار. وقد سجلت سرعة مقدارها ٣٠ م / ثانية في هبوب بعض العواصف. ويكون هبوب الرياح عادة في جهة أو جهتين.

وتنبت الأشجار والنباتات بسرعة، وذلك نتيجة للأمطار المتعاقبة ودرجات الحرارة العالية ومن الصعب التحكم بها. تكون التربة الحمراء أو البنية، قصيرة الانبات بشكل عام، ولا سيما النباتات التي تنغذى بالمواد العضوية أو الأملاح المعدنية حيث تذوب وتغسل بعيداً من مياه الأمطار.

ومنسوب المياه الجوفية في العادة مرتفع والأرض تحتوي على مستويات ماء تحت السطح - مياه جوفية .

المميزات الخاصة : تؤدي الرطوبة العالية الى تكاثر الفطر والطحالب وزيادة الصدأ والعفن . وتتآكل مواد البناء العضوية بسرعة . ويكثر في هذه المناطق البعوض والحشرات والعواصف الرعدية يصاحبها في العادة برق .

إن الجزر الواقعة ضمن منطقة خط الاستواء وضمن الحزام الواقع تحت تأثير الرياح التجارية ينتمي الى المناخ الدافئ الرطب نفسه . ومن الأمثلة على هذه الجزر، جزر البحر الكاريبي والفلبين ومجموعة الجزر الواقعة في المحيط الهادىء .

أما التغيرات الفصلية فمعدومة .

درجة الحرارة الجافة (DBT) : يصل معدل درجة الحرارة العظمى في الظل الى ٢٩°م - ٣٢°م نهاراً، ونادراً ما تتجاوز حرارة الجلد البشري . ويصل معدل درجة الحرارة الدنيا الى ١٨°م ليلاً، وعادة تتراوح بين ١٨° - ٢٤° . ونادراً ما يزيد التغير اليومي في درجة الحرارة عن ٨°م، والفرق في درجات الحرارة السنوية بحدود ١٤°م .

الرطوبة النسبية (RH) : تتراوح الرطوبة النسبية ما بين ٥٥٪ - ١٠٠٪ وضغط البخار ما بين ١٧٥٠ - ٢٥٠٠ نيوتن / م^٢ .

وتساقط الأمطار عالٍ يتراوح ما بين ١٢٥٠ - ١٨٠٠ مم سنوياً وحوالي ٢٠٠ - ٢٥٠ مم في أكثر شهر ماطر . ويمكن أن يتساقط ٢٥٠ مم في عاصفة واحدة في ساعة واحدة . أما الزذاذ فانه يتجه أفقياً تقريباً ناحية الشواطئ في نفس اتجاه الرياح . وتكون حالة السماء اما صافية أو مليئة بغيوم بيضاء متقطعة ذات اضواء عالية، الا في أوقات العواصف حيث تظلم السماء وتكفهر . وتكون السماء زرقاء ضعيفة الاستنارة حوالي ١٧٠٠ - ٢٥٠٠ كانديلا/ م^٢ .

أما أشعة الشمس فتكون قوية، وغالباً ما تكون مباشرة، ويصاحبها قليل من الأشعة المنتشرة عندما تكون السماء صافية ولكنها تختلف باختلاف كميات السحب .

١٠٣
ساخ الدفء
طب للجزر

الرياح : الرياح السائدة هي الرياح التجارية التي تهب بسرعة منتظمة تتراوح ما بين ٦ - ٧ م/ث، وتساعد في تخفيف الحرارة والرطوبة . والرياح ذات السرعات الشديدة تحدث من الأعاصير (انظر فيما بعد) وتكون النباتات أقل ريعاناً وخضرة منها في المناطق الحارة الرطبة . وتختلف باختلاف كميات الأمطار الساقطة . والتربة عادة ما تكون جافة . ومنسوب المياه الجوفية عميق نسبياً .

أما السمات المميزة : فهي الأعاصير الحلزونية ، والأعاصير ذات الرياح التي تصل سرعتها الى ٤٥ - ٧٠ م/ث والتي تسبب مطراً موسمياً . وترفع نسبة الأملاح في الجو، مما يساعد على التآكل في المناطق الساحلية .

ويلاحظ هذا المناخ في شلاطين جغرافيين يمتدان ما بين خطي عرض ١٥ - ٣٠° شمالاً وجنوباً بالنسبة لخط الاستواء .

١٣,٥
المناخ الحار
الجاف
الصحراوي

ومن أمثلة المستوطنات البشرية في هذا المناخ ، أسوان وبغداد وفونكس (الأريزونا) . ويوضح الشكل (١٩) التمثيل البياني لهذا المناخ لمدينة فونكس (الأريزونا) .

ثمة فصلان يتعاقبان في هذا المناطق : حار وبارد نسبياً .

وترتفع درجة الحرارة الجافة (DBT) في الظلال سريعاً عقب بزوغ الشمس حتى تصل الى أقصى معدل في اليوم ٤٣ - ٤٩° م . ودرجة الحرارة القصوى التي سجلت حتى الآن كانت ٥٨° م في ليبيا عام ١٩٢٢ . وفي الفصل البارد فان معدل درجة الحرارة القصوى يتراوح ما بين ٢٧ - ٣٢° م . ومعدل درجة الحرارة الدنيا يتراوح ما بين ٢٤ - ٣٠° ليلاً في الفصل الحار وما بين ١٠ - ١٨° م في الفصل البارد . وتكون فروق درجات الحرارة اليومية عالية حيث تتراوح ما بين ١٧ - ٢٢° م .

الرطوبة (RH) : تتراوح ما بين ١٠ - ٥٥٪ وذلك لأن مقدار هبوط الميزان الحراري ذي البصيلة الرطبة يكون عالياً (نتيجة لسرعة التبخر) . ويتراوح ضغط البخار عادة ما بين ٧٥٠ - ١٥٠٠ نيوتن / م^٢ .

ويكون تساقط الأمطار قليلاً ومتغيراً في أثناء السنة ، ويتراوح ما بين ٥٠ - ١٥٥ مم / سنة .

وقد تحدث العواصف المبرقة فوق مناطق محددة، وتمطر حوالي ٥٠ مم في بضع ساعات، ولكن بعض المناطق قد لا تسقط فيها أمطار سنوات عديدة.

والسما عادة صافية، وكمية الغيوم قليلة نظراً لقلّة كمية الرطوبة في الهواء. والسما تكون زرقاء داكنة، باستتارة تتراوح ما بين ١٧٠٠ - ٢٥٠٠ كانديلا / م^٢، وتزداد كثرة في العواصف الرملية فتصل الى ٨٥٠ كانديلا / م^٢ أو أقل. وفي نهاية الفصل الجاف، ربما يتعلق الغبار بالهواء (يصبح الهواء مغبراً) ويحدث ضباباً رملياً أبيض (طوز) ذا استتارة تتراوح ما بين ٣٥٠٠ - ١٠٠٠٠ كانديلا / م^٢ مما ينتج عنها تشتيت للضوء وانبهار مؤلم.

أما أشعة الشمس فتكون مباشرة وقوية في أثناء النهار، ولكن نظراً لعدم وجود غيوم فإن الحرارة المخزونة (في النهار) تنتشر على شكل موجات ذات أطوال كبيرة باتجاه السما الباردة ليلاً. وتشتت الأشعة يحدث فقط في فترات الضباب الرملية.

وعادة تكون الرياح محلية، ونتيجة لتسخين الرياح عند ملاستها للأرض تنقلب درجة الحرارة. وعندما تصطدم كتلة الهواء الساخن بالهواء العلوي البارد تحدث عادة زوبعة هوائية من رياح ساخنة تحمل الغبار والرمال وغالباً ما تتطور الى عواصف رملية.

أما النباتات فهي متفرقة، والمحافظة عليها صعبة؛ نتيجة للنقص في الأمطار وقلّة الرطوبة في الهواء. والتربة عادة ما تكون مغبرة وجافة جداً. وإضاءة الشمس قوية وتضيء الألوان الفاتحة العاكسة، والأرض يمكن أن تسبب استتارة تتراوح ما بين ٢٠٠٠٠ - ٢٥٠٠٠ كانديلا / م^٢. وتحف التربة بسرعة بعد هطول الأمطار، ويمكن أن تكون بشكل عام خصبة اذا رويت. ومنسوب المياه الجوفية منخفض جداً.

السمات الخاصة: تكون العواصف الرملية والمغبرة متعاقبة في بعض الأشهر ودرجة الحرارة العالية في النهار، وسرعة البرودة في الليل، ربما يسببان تشققات وانكساراً في مواد البناء.

ويلاحظ هذا المناخ في الشريط السابق نفسه، الحار الجاف الصحراوي حيث تتقابل الصحراء مع البحر. وتعدّ هذه المناطق في أكثر المناطق التي لا يرغب في مناخها على الأرض. ومن الأمثلة الجغرافية على هذا المناخ، الكويت والمناطق الساحلية من باكستان (كراتشي). وهناك فصلان متعاقبان: فصل حارّ وفصل بارد نسبياً.

درجة الحرارة الجافة (DBT) : في الظلال يصل معدل درجة الحرارة القصوى إلى ٣٨° نهاراً، وفي الفصل البارد، تبقى في حدود ٢١° - ٢٦° م. ومعدل درجة الحرارة الدنيا في الفصل الحار تتراوح ما بين ٢٤° - ٣٠° م. وفي الفصل البارد ما بين ١٠° - ١٨° م. ويبلغ متوسط التغير في درجات الحرارة اليومي ما بين ٩° - ١٢° م، ويبلغ هذا التغير أقصى حد له في الفصل البارد.

أما الرطوبة (RH) : فتبقى ثابتة وعالية، ما بين ٥٠٪ - ١٠٠٪، وضغط البخار ما بين ١٥٠٠ - ٢٥٠٠ نيوتن / م^٢. وذلك لأن أشعة الشمس القوية تسبب تبخراً عالياً من البحر. والرطوبة عادة ما تبقى في الهواء دون تساقط (على شكل أمطار أو خلافتها) مسببة ظروفاً غير مريحة طوال الوقت.

وتساقط الأمطار، كما في المناطق الصحراوية، قليل جداً. وحالة السماء كما في المناخ الصحراوي الحار الجاف، ولكن الغيوم تكون أكثر قليلاً منها في المناخ السابق، عادة ما تكون على شكل ضباب خفيف شفاف، مما يسبب انبهاراً في الغالب.

وأما أشعة الشمس فتكون قوية، مع مركبات أخرى ناتجة عن انتشار الأشعة بشكل عالٍ، أعلى منها في المناخ الصحراوي نتيجة لطبقة الغيوم الخفيفة وزيادة نسبة الرطوبة.

أما الرياح، فغالباً ما تكون محلية، نتيجة لعدم تساوي الحرارة والبرودة على البحر واليابسة. وينتج عن ذلك هبوب الرياح باتجاه اليابسة نهاراً وباتجاه البحر ليلاً.

أما النباتات والأشجار فتكون متفرقة، وأكثرها أعشاب جافة. وتكون

الأرض والصخور ذات لون بني أو أحمر، كما تكون جافة مغبرة في أثناء السنة. ويمكن للأرض أن تسبب إبهاراً مكثفاً.

الميزات الخاصة: يمكن لعواصف الغبار والرمل ان تحدث ويمكن للأملح المحمولة جواً ان تزيد من تآكل وصدأ مواد البناء.

تحدث هذه المناخات في مناطق واسعة كتلية بالقرب من المدارين، السرطان والجدي، وتعدّ بعيدة بعداً كافياً عن خط الاستواء؛ إذ تتعرض لتغيرات مشهودة فصلية في أشعة الشمس واتجاه الرياح. ومن أمثلة المدن التي تتعرض لهذا المناخ المتقلب، لاهور (باكستان)، مندلي (العراق)، خانو ونيودلهي. ومناخ الأخيرة ممثل في الشكل رقم (٢٠). وعادة يلاحظ فصلان في هذه المناطق، حوالي ثلثي السنة مناخ حار جاف، والثلث الثالث دافئ رطب. وفي شمال وجنوب هذه المناطق يلاحظ فصل ثالث بارد وجاف وتكون الرطوبة (RH) قليلة في الفترة الجامعة بحدود ٢٠ - ٥٥٪ وضغط البخار ١٣٠٠ / ١٦٠٠ نيوتن / م^٢. وفي الفترة الرطبة تصل حتى ٥٥ - ٩٩٪ وضغط البخار حوالي ٢٠٠٠ - ٢٥٠٠ نيوتن / م^٢.

١٠٣٠٧
المناخ المركب أو
الموسمي

درجات الحرارة (DBT) في الظلال كما هو في الجدول

الفصل	حار جاف	دافئ رطب	بارد جاف
معدل درجة الحرارة القصوى نهاراً	٣٢ - ٤٣ °	٣٧ - ٣٢ °م	حتى ٢٧ °م
معدل درجة الحرارة القصوى ليلاً	٢١ - ٢٧ °	٢٤ - ٢٧ °م	٤ - ١٠ °م
التغير اليومي في درجات الحرارة	١١ - ٢٢ °	٣ - ٦ °م	١١ - ٢٢ °م

الأمطار: الأمطار الموسمية كثيفة وتستمر لفترة، وفي بعض الأوقات قد تتساقط الأمطار بمعدل ٢٥ - ٣٨ مم في الساعة. وتتراوح معدلات سقوط الأمطار السنوية ما بين ٥٠٠ - ١٣٠٠ مم، مع حوالي ٢٠٠ - ٢٥٠ مم في أكثر أشهر السنة رطوبة، كما أنه لا يوجد تقريباً أي تساقط للأمطار في الفصول الجافة.

وحالة السماء يمكن أن توصف بأنها متغيرة تبعاً للفصول، وتكون السماء ملبدة بالغيوم الكثيفة، ومغيرة في فترة الأمطار الموسمية، وصافية، والسماء زرقاء قانية في الفصول الجافة. وفي نهاية الفصول الحارة الجافة تميل السماء الى أن تكون صافية مضيئة باستثناء بعض الفترات ذات الضباب الخفيف. وتبعاً لذلك فإن كثافة انهار السماء تكون متغيرة.

أما كمية الأشعة الشمسية فانها تشبه مثلتها في المناخ الدافئ الرطب أحياناً، والمناخ الحار الجاف الصحراوي أحياناً أخرى.

وتكون الرياح حارة مغيرة في الفترة الجافة، ومتغيرة الاتجاه، بالنسبة للرياح السائدة، في بداية الفترة الدافئة الرطبة، وتجلب الأمطار والغيوم، والرياح الرطبة من البحر. وتكون الرياح الموسمية قوية نوعاً ما وثابتة الاتجاه.

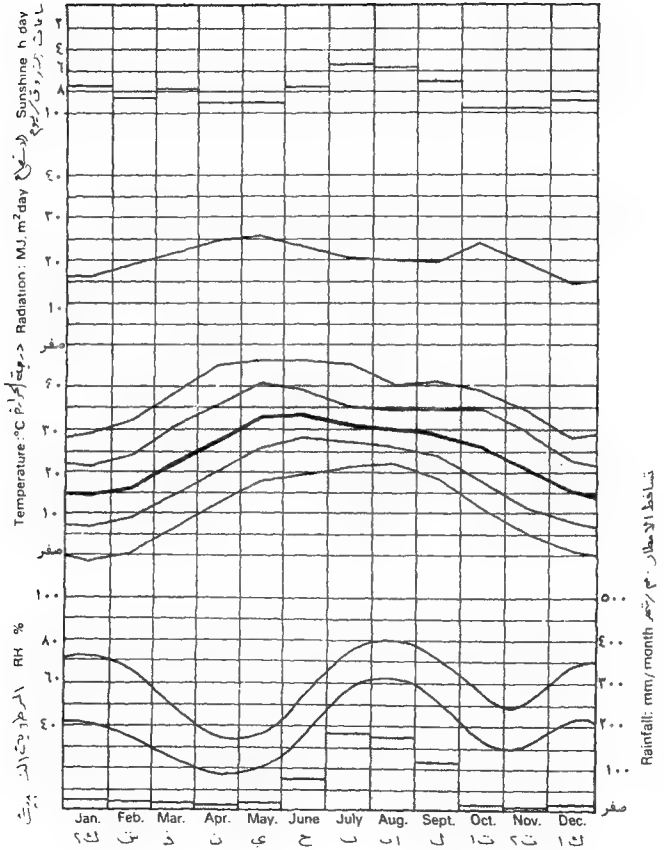
أما النباتات والأشجار فمتفرقة، ولها خواص مثلاتها في المناطق ذات المناخ الحار الجاف، والتربة بنية وحمراء جافة، تتغير بسرعة وبشكل درامي مع نزول المطر، تصبح الأرض خضراء وزراعية في بضعة أيام، وتنمو النباتات بسرعة. وفي الفترة الباردة تغطي الأرض بالنباتات، ولكنها تتناقص بارتفاع درجـة الحرارة. تصبح التربة رطبة في فترة الأمطار، ولكنها ما تلبث أن تجف بسرعة. وهنالك خطورة من تعرية التربة في فترة الأمطار الموسمية. أما في الفصل الجاف فيمكن أن تسبب الأرض إبهاراً شديداً.

المميزات الخاصة: تتمثل في تغير كبير في الرطوبة النسبية، يُسبب ضعفاً مستمراً في مواد البناء. وفي العواصف الرملية التي قد تحدث (التي تقرض الأخشاب). وهنالك بعض مشكلات التكثيف (تكثيف بخار الماء داخل المبنى).

تتعرض الجبال العالية والهضاب التي يزيد ارتفاعها عن ٩٠٠ - ١٢٠٠ م عن سطح البحر، لمثل هذا المناخ، وذلك ما بين خطين تتساوى فيهما درجة الحرارة الأرضية على ٢٠°م. ومن أمثلة المدن التي تتعرض لمثل هذا المناخ أديس أبابا، وبوغوتا، ومدينة المكسيك، ونيروبي. يبين الرسم البياني رقم (١٥) مناخ مدينة نيروبي.

١,٣,٨
المناخ المداري
للمناطق
المرتفعة

الشكل (٢٠): رسم بياني لمناخ نيودلفي الموسمي



ويكون التغير المناخي في المناطق المرتفعة الغربية من خط الاستواء طفيفاً، ولكن مع الابتعاد عن خط الاستواء، فإن المناخ يتبع مناخ المناطق المنخفضة. وتقل درجة الحرارة (DBT) في الظل كلما اقتربنا من خط الاستواء. وعلى ارتفاع ١٨٠٠ م فإن متوسط درجة الحرارة القصوى يتراوح ما بين ٢٤ - ٣٠°م نهاراً، ومتوسط درجة الحرارة الدنيا ما بين ١٠ - ١٢°م ليلاً. وفي بعض الأماكن تنزل إلى ٤°م حيث يتكون الصقيع، والتغير اليومي في درجات الحرارة كبير جداً. وحدود درجات الحرارة السنوية تعتمد على خط العرض. فعند خط الاستواء يكون التغير قليلاً، ولكنه يتراوح ما بين ١١ - ٢٠°م عند مداري السرطان والجدي.

أما الرطوبة (RH)، فإنها تتراوح ما بين ٤٥ - ٩٩٪ وضغط البخار ما بين ٨٠ - ١٦٠٠ م^٢ وتساقط الأمطار متراوح، ولكنه نادراً ما يقل عن ١٠٠٠ مم. وتساقط المطر عادة كثيفاً بزخات مركزة تصل إلى كثافة مقدارها ٨٠ مم/ساعة.

الحالة العادية للسماء صافية أو غائمة جزئياً، التي حدود مقدارها ٤٠٪ (غائمة) وفي فترات الرياح الموسمية، فإن السماء تكون غائمة، والغيوم كثيفة ومنخفضة.

وتكون أشعة الشمس مباشرة وقوية في الفترات الصباحية. وأقوى من مثلتها على المناطق الواقعة على الخط نفسه ولكن في منسوب سطح البحر. ونخص بذلك الأشعة فوق البنفسجية، فهي اشد قوة من مثلتها في المناطق المنخفضة. وتصبح أشعة الشمس منتشرة كلما ازدادت الغيوم، والرياح في هذه المناطق متغيرة تسودها الرياح الشمالية الشرقية والجنوبية الغربية، ولكنها قد تتحرك بعنف نتيجة للتضاريس الأرضية المحلية. أما سرعة الرياح فتأداً ما تزيد على ١٥ م/ث.

وتكون النباتات والأشجار خضراء، وتنبت عشوائياً في أثناء هطول الأمطار وتجف في فصل الجفاف عندما تتحول التربة إلى اللون البني أو الأحمر. أما التربة فإنها تبتل في أثناء المطر وما تلبث أن تجف بعد توقف الأمطار.

المميزات الخاصة: تصنف الليالي بكثرة الندى وفقدان شديد في أثناء الليل للأشعة في الفصل الجاف، ربما يتسبب عنه تكوّن الضباب. مع وجود العواصف الرعدية وحدوث الصواعق في بعض الأحيان. ويسقط البرد أحياناً أخرى.

١,٤ المناخ المحلي :

الانحراف ضمن المنطقة	١,٤,١
المناخ المحلي	١,٤,٢
مهمة المصمم	١,٤,٣
العوامل المحلية	١,٤,٤
درجة حرارة الهواء	١,٤,٥
انقلاب درجة الحرارة	١,٤,٦
الرطوبة	١,٤,٧
التساقط	١,٤,٨
حالة السماء	١,٤,٩
الاشعاع الشمسي	١,٤,١٠
حركة الرياح	١,٤,١١
الميزات الخاصة	١,٤,١٢
النباتات	١,٤,١٣
المناخ الحضري	١,٤,١٤
معطيات المناخ	١,٤,١٥

١,٤,١
الانحرافات
ضمن الموقع

إن المعرفة بمناخ المنطقة التي تقع ضمنها البلدة أو المستوطنة البشرية، التي تستمد من المعطيات المنشورة عن مناخ الاقليم، لا تُغني عن الحاجة للمعرفة الدقيقة بحالة المناخ المحلي، للبلدة أو المستوطنة. ومن الممكن ان هذه المعرفة تعطي المصمم المعلومات الكافية عن التقديرات الأولية للحكم على المناخ، وقد تكون كافية لتكون الأساس في التصميم الأولى.

فكل مدينة، وبلدة وقرية أو حتى الحي من المدينة، قد يكون لها مناخها الخاص، يختلف قليلاً عن مناخ المنطقة التي تقع فيها - المناخ الدقيق. فالمعلومات المنشورة لأقرب محطة أرصاد جوية، تصف المناخ الدقيق (microclimate) للمدينة وقد تكون هذه المعلومات أقرب الى المناخ المحلي، ولكنه نادراً ما يكون دقيقاً بشكل كافٍ. ذلك لأن الظروف الجوية قد تختلف كثيراً ضمن مسافة قصيرة، من وجهة نظر الأرصاد الجوية.

١,٤,٢
المناخ المحلي

احتير اسم المناخ المحلي (Site Climate) خصيصاً، ليصف المناخ في نقطة معينة، بدلاً من اختيار المناخ الدقيق (Microclimate) المرادف المستخدم. فقد يحتوي الأخير بعض الانحرافات المحلية للمناخ الموصوف لمنطقة واسعة مهما كان المقياس فقد يعتبر عالم النبات المناخ الدقيق لورقة نبات، درجة حرارتها ورطوبتها، وسكانها من الحشرات وتنظيمها الدقيق، بمقياس في حدود بضعة سنتمترات. اما للجغرافي والخطط الحضري فان كلمة المناخ الدقيق قد يعني مناخ المدينة بكاملها.

إن استخدام المناخ المحلي أو الموقعي (Site Climate) يصف المقياس: مهما كان حجم المشروع، فانه يحدد مناخ المساحة المستخدمة، ولاستخدامه في هدفه المحدد، أفقياً وعمودياً.

١,٤,٣
مهمة المصمم

اذا كان المكان المعد للإسكان واسعاً، فان الهدف الأول أمام المصمم هو تعيين المنطقة الأكثر مناسبة لذلك. وفي جميع الأحوال فان عليه تصميم المبنى أو المباني بطريقة تمكنه من الاستفادة من جميع الايجابيات والتغلب على جميع سلبيات الموقع والمناخ.

إن الفرصة نادراً ما تكون متاحة لتحريات الموقع لأي فترة زمنية مطلوبة، لكن الطريقة المثلى أن نبدأ من معطيات الاقليم أو المنطقة ثم تقدير أية انحرافات ممكنة. وقد يمكن الحصول على معلومات قيمة من خبير، له تجربة وملاحظة عن الموقع، فهو يستطيع أن ينبأ عن انحرافات المناخ معتمداً على تحريات بصرية في الموقع، وبالتأكيد فانه لا بد للمشاريع الكبيرة من الاستعانة بنصح خبير وذلك لأن عدداً كبيراً من الناس الذين يستخدمون هذه المباني سوف يتأثرون بقرار المصمم عن المناخ لفترة طويلة.

إن طبيعة وامتداد انحراف المناخ (عن المناخ الاقليمي) وكذلك التأثيرات المحتملة للمبنى المزعم انشاؤه، يجب ان تقرر مبكراً في المراحل الأولى للتصميم قبل أن توضع بعض الحلول، التي يصعب تعديلها في مراحل متأخرة.

وسيكون هدف هذا الفصل الحالي التعريف بالعوامل المحلية، التي تمكن القارئ من أن يستخدم تقديره الخاص بشأن منطقة معينة بدقة مقبولة.

١.٤.٤
العوامل المحلية

لقد تمّ استعراض العوامل المحلية التي تتحكم في منطقة معينة في فصول سابقة، وأما العوامل التي تؤثر على انحراف ما عن العوامل المحلية فهي:

* التضاريس الطبيعية؛ الميول والتوجيه والتعرّض والواجهات والجبال والوديان في الموقع أو القرية منه.

* سطح التربة: فيما اذا كانت طبيعية أم من عمل الانسان ومعرفة معامل انعكاسها ودرجة حرارة التربة ونفاذيتها تؤثر هذه العوامل على عملية الانبات، التي تؤثر بدورها في المناخ (الغابات والأشجار الصغيرة والأعشاب والمياه... الخ).

* الأجسام ذات الأبعاد الثلاثة: مثل الأشجار وأحزمة الأشجار والأسوار والمباني، إذ تؤثر على حركة الرياح، وربما تسبب ظلالاً أو ربما تقسم المساحة الى مساحات صغيرة لكل منها مظاهرها المناخية المميزة.

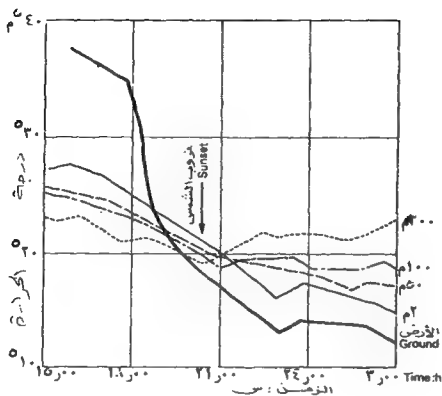
وتكون الطريقة المنطقية بتتبع العناصر المناخية التي اختيرت في الفصول السابقة ورؤية كيف يؤثر كل عنصر في العوامل المذكورة أعلاه.

تعتمد درجة حرارة الهواء في أية نقطة بالقرب من سطح الأرض على كمية الحرارة المكتسبة أو المفقودة على سطح الأرض وأية أسطح أخرى كان الهواء قد مر عليها.

١.٤.٥
درجة حرارة الهواء

ويختلف التبادل الحراري على الأسطح ما بين الليل والنهار، وتختلف باختلاف الفصول، وخط العرض، والوقت من السنة، ويتأثر بكمية الغيوم.

* في النهار: بما أن الأسطح تسخن بفعل أشعة الشمس، فإن الهواء الملاصق للأرض يكتسب أعلى درجة حرارة. وفي الظروف الهادئة، فإن الهواء وعلى ارتفاع مترين من سطح الأرض يبقى على شكل طبقات بدرجات حرارة مختلفة. ويتم التمازج بين البارد والحرار عندما يشكل



الشكل (٢١):
تشكيل
الانقلاب
الحراري

الهواء السفلي بفعل الحرارة طبقة تكون كافية لتشكيل دوامة صاعدة من
هواء ساخن وخفيف [١٦].

• وفي الليل: وخصوصاً في الليالي الصافية فإن سطح الأرض يفقد حرارة
كثيرة بفعل الإشعاع، وبعد غروب الشمس بقليل فإن درجة حرارة السطح
تقل عن مثيلتها في الهواء، عندئذ فإن اتجاه انتقال الحرارة ينعكس من
الهواء إلى الأرض. الطبقة السفلى من الهواء تصبح أشد برودة. ويوضح
الشكل (٢١) التغيرات اليومية (في درجات حرارة الهواء) على طبقات
مختلفة.

تسمى الظاهرة السابقة بالانقلاب الحراري؛ إذ يُعدّ موقع النهار من
تقليل درجة الحرارة بازدياد الارتفاع عادياً. وبعد هذا الموقع أكثر استقراراً
في درجة الحرارة اليومية «العادية» وليس ثمة قوى حرارية يمكن أن تسبب
اضطرابات جوية أو دوامات.

١،٤،٦
الانقلاب
الحراري

ويميل الهواء البارد الى الاستقرار في المنخفضات الأكثر برودة، ويتصرف مثل السائل، ولكنه لا يتدفق تماماً مثل الماء، ولكنه قريب من سائل شديد اللزوجة. فإذا تدفق أسفل التلال وباتجاه مجرى واد طويل منحدر فانه يمكن ان ينتهي الى شكل من أشكال الرياح الهابطة (Katabatic wind) : مشكلاً جبهة هوائية باردة مركزة ومتسارعة [١٧] وهكذا فان لتضاريس الطبيعة تأثير كبير في درجة الحرارة [١٨]، وان اختلافاً في الارتفاع ما بين ٧ - ٨ م يمكن أن يؤدي الى اختلاف في درجات حرارة الهواء ما بين ٥ - ٦ م في ظروف هوائية ثابتة.

تعتمد الرطوبة النسبية على درجة حرارة الهواء وعلى كمية المياه الحقيقية المتبخرة والموجودة في الهواء.

١,٤,٧
الرطوبة

• في النهار: إذ إنّ طبقة الهواء السفلى تكون قد سخنت بفعل سطح الأرض، فان الرطوبة النسبية تقل بشكل سريع. وعندما تكون الرطوبة النسبية قليلة فان معدل التبخر يزداد اذا كان هناك ماء قابل للتبخر. فوجود سطح مياه مفتوح أو كميات من النباتات الغنية تكون مصدراً غزيراً للمياه، ففي هذه الحالة، فان تبخراً كبيراً سوف يزيد من الرطوبة النسبية في الطبقات السفلى من الهواء. الواقع التالي عادة يحدث اذا ثبتت حالة الهواء.

على سطح الأرض على ارتفاع ٢ م		
الحرارة	عالية	أقل انخفاضاً
الرطوبة النسبية	منخفضة	أعلى
الرطوبة المطلقة	عالية	أقل انخفاضاً

اما مع حركة الهواء، فان كمية التبخر تزداد، ولكن باختلاط الهواء يميل الاختلاف في الرطوبة والحرارة الى التساوي.

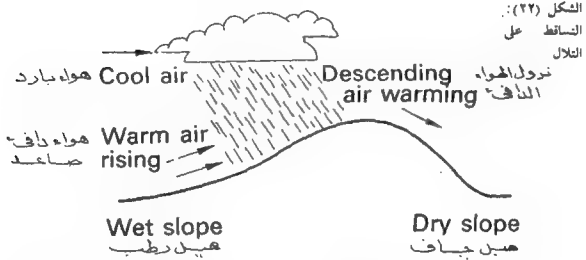
• وفي الليل: فان الوضع ينعكس، وخصوصاً في الليالي الصافية اذا كان الهواء ساكناً حيث تبرد الطبقات السفلى (من الرطوبة المطلقة العالية) وتزداد الرطوبة النسبية وبعد مدة وجيزة تصل الى نقطة الاشباع، ويزداد

التبريد فان الرطوبة الزائدة تتكثف على شكل ندى (ومن هنا جاء اصطلاح نقطة الندى او نقطة التكثيف (Dewpoint) .

وعندما تصل درجة حرارة الكثيف هذه الدرجة فانه يبدأ تكوّن الضباب، واذا لم يستمر التبريد وكان الهواء ساكناً. فان طبقة من الضباب تتكون (بارتفاع - ٤٠ - ٥٠ م) قريباً من سطح الأرض.

عندما تهب الرياح المحملة بالرطوبة بصفة دورية من الاتجاه نفسه، فان تأثير التلال على نمط سقوط الأمطار يكون واضحاً. عندما يتغير مستوى سطح الأرض بأكثر من ٣٠٠ م فان الأسطح المائلة باتجاه الرياح يمكنها أن تسوق سقوطاً للأمطار أكبر من معدله في المنطقة والأسطح المائلة تجاه

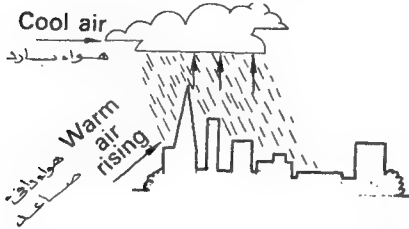
١٠٤٠٨
التساقط



الرياح؛ إذ يسقط عليها المطر بمعدل أقل. انظر الشكل (٢٢). ويزداد ارتفاع التلال أو انحدارها فان تأثير ذلك على سقوط الأمطار يكون واضحاً بصورة أكبر. وفي حالة الارتفاعات الشاهقة والانحدار السحيق، وفي المواقع المتسعة فان الأجزاء المعاكسة لاتجاه الرياح لا تستقبل أكثر من ٢٥٪ من كمية الأمطار التي تساقط على السفوح التي تواجه الرياح.

والسبب في الظاهرة السابقة أن التلال تجبر كتلة الرياح بالارتفاع وعندما ترتفع فإنها تبرد ولا تستطيع أن تحفظ الرطوبة التي تحملها. وعلى

عكس ذلك فإن كتلة الرياح النازلة تزداد درجة حرارتها، وبإستطاعتها أن تحتفظ بكمية إضافية من الرطوبة بدلاً من أن تتساقط الأمطار منها. والظاهرة نفسها يمكن أن تتطور فوق المدن حيث الأسطح الماصة تصل الى درجة حرارة عالية يمكن أن تؤدي الى حركة رياح الى الأعلى وربما يؤدي هذا التيار العلوي الى تيار أفقي صاعد وبتأثير الى ما يحدث في انحدار التلال.



الشكل (٢٣)
تساقط الأمطار
فوق المدن

وقد لاحظ عدد من العمال كميات متعاقبة من الأمطار الكثيفة فوق مراكز المدن الشكل (٢٣). (وهناك عامل يساعد على ذلك، وربما كان وجود أجسام صلبة في الجو الخارجي للمدينة). وإذا كان سقوط المياه عادة يحدث مصاحباً رياحاً ذات سرعة كبيرة، يؤدي الى الأمطار المساقة (Driving Rain) فإن الظاهرة السابقة تظهر بوضوح أكبر في السفوح المواجهة لهبوب الرياح منها في السفوح المعاكسة لهبوبها كما هو موضح بالشكل رقم (٢٤).

إن حالة السماء في العادة لا تختلف من حيث تساقط الأمطار في مسافة قصيرة ما لم يكن هنالك انحدار مفاجيء في مستويات الأرض، التي ربما تؤدي الى تشكيل دائم للسحب تقريباً. وما الضباب الذي يغطي مضيق جبل طارق بشكل دائم إلا مثال جيد على هذه الظاهرة ولكنها تعتبر نادرة.

١٠٤٠٩
أحوال السماء

يمكن أن تؤثر كمية الإشعاع الشمسي على العوامل المحلية بثلاث

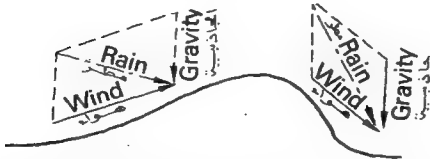
طرق:

١٠٤٠١٠

الإشعاع
الشمسي

الشكل (٢٤):

متوازي أضلاع
دورة المطر



١ . شدة الاشعاع على مستوى أفقي نظري فوق سطح الأرض يتأثر بالتغير

في شفافية الجو . فيمكن لتلوث الجو والدخان والضباب الداخلي أو
الغبار والضباب المحلي - أن تقلل من شدة الاشعاع بشكل كبير .

٢ . شدة الاشعاع الشمسي على سطح الأرض الطبيعي يتأثر بميل وتوجيه

الموقع ويمكن أن يهمل هذا التأثير حول خط الاستواء ، ولكن أهميته
تزداد باتجاه دوائر العرض العليا . وفي المنتصف (بين القطب وخط
الاستواء) فإن الموقع الذي يميل باتجاه القطب يستقبل اشعاعاً أقل
بكثير مما لو كان يميل باتجاه الاستواء .

٣ . تتأثر الكمية النهائية للاشعاع في اليوم بالميل (شروق الشمس المتأخرة

وغروبها المبكر موقع شمالي في نصف الكرة الشمالي) وكذلك بالتلال
القريبة وحتى الأشجار والمباني القائمة ، التي ربما تسبب ظلالاً في
أوقات معينة من اليوم . ونلاحظ هذه الظاهرة بوضوح عندما تكون تلك
الحواجز واقعة الى الشرق أو الغرب من الموقع . عندما تكون الشمس
مائلة بزاوية صغيرة مما يسبب في ظلال طويلة .

والاشعاع على أسطح المباني العمودية يتأثر بتوجيه الأسطح ولكن

ليس بالميل أو توجيه الموقع والمؤثرات الواردة في البندين ١ و٣ لا تزال تعطي
بعض المؤثرات .

أما مقدار تأثير حرارة هذه الأشعة الساقطة فانها بالطبع تعتمد على

نوعية الأسطح المستقلة على الأرض أو الأجسام (انظر الفصل ٥ و٤) .

وإذا كانت هذه الأسطح نباتات، فإن جزءاً من الطاقة الشمسية يتحول إلى طاقة كيميائية، وكذلك فإن الحرارة تلتطف بالتبخير ولكن أسطحاً مثل الحجارة والخرسانة والأسفلت يمكن أن تصل درجة حرارتها إلى ٤٤° درجة مئوية فوق حرارة الهواء المحيط.

يمكن لسرعة الرياح أن تقل بعد المرور على حاجز أفقي طويل بمقدار ٥٠٪ على مسافة تساوي عشرة أمثال ارتفاع الحاجز وحوالي ٢٥٪ على مسافة رشرين ضعفاً من ارتفاع الحاجز إضافة إلى ذلك فإن هبوب الرياح على أي سطح معرض لتأثيرات الاحتكاك. إن نوعية سطح الأرض وغطاءها النباتي يؤثر على سرعة الرياح المائلة. ودائماً ما تكون سرعة الرياح بالقرب من الأرض أقل منها في الطبقات الأعلى، ولكن في حالة الأرض غير المتساوية الغطاء، فإن معدل السرعة بالنسبة للارتفاع يكون أكبر بكثير منها في الأسطح المستوية كالمياه الشلك (٢٥).

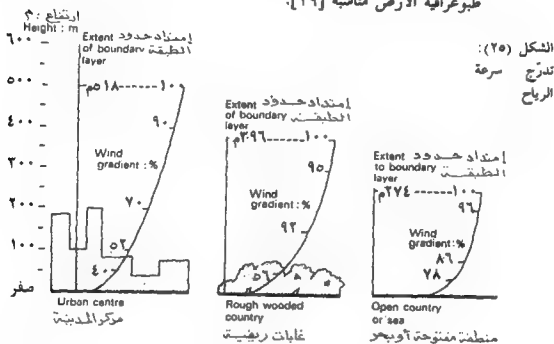
١,٤,١١
حركة الهواء

وفي الموقع الجبلي، تكون أكبر سرعة للرياح فوق قمم التلال. أما في الوديان الضيقة والمنخفضات فعادة ما تتعرض لسرعات بطيئة، ما عدا بعض الحالات عندما يتوافق اتجاه الوادي مع اتجاه الرياح. وكلما كان الوادي مستقيماً كان تأثيره أكبر في كلا الحالتين: في الحماية في حالة الرياح العابرة بعكس اتجاه الوادي وفي زيادة سرعة الرياح باتجاه الوادي. ويكون تأثير متون الأرض أو الصفائح الطويلة أو صفوف المباني مشابهاً لهذه الحالة.

وفي المناطق التي تكون الرياح فيها عامل راحة وتخفيف من الحرارة الشديدة المصحوبة بالعرق، فإن قمم التلال والصفوح المواجهة للرياح تكون مواقع مفضلة للسكن عن تلك التي تكون في الصفوح المعاكسة لاتجاه الرياح. إن ارتفاع درجة حرارة الهواء فوق الأرض الجرداء عادة يؤدي إلى ارتفاع في حرارة الرياح المحلية، وخصوصاً في المناطق الحارة الجافة.

ويمكن أن تكون هذه الرياح على شكل زوايا أو دوامات هوائية أو نسيم وعادة يكون ساخناً ويحمل غباراً ناعماً. ويستطيع المراقبون أن يظهروا نمطاً من طبيعتها في بعض فصول السنة.

إن امتداد المساحات المغطاة بالمياه يمكن أن تعطي نشاطاً لنسيم البحر المحلي. نسيم البحر (من البحر إلى اليابسة)، في النهار، يمكن أن يقلل من درجة الحرارة القصوى بحوالي ١٠ درجة مئوية، ولكنه يمكن أن يزيد الرطوبة. وعلى سواحل البحيرات فنادراً ما يكون تأثير هذا النسيم على أبعاد تزيد عن ٤٠٠ م من شواطئ البحيرة، ولكن على سواحل البحار فيمكن أن يصل تأثير هذا النسيم إلى أعمال أكبر، ولا سيما إذا كانت طبوغرافية الأرض مناسبة [١٩].



تعدّ العواصف الرعدية ظاهرة مناخية مهمة وكبيرة ولكن أماكن وقوعها وشدتها وانتظامها تتأثر بطبيعة تضاريس الأرض.

١٠٤٠١٢
المميزات
الخاصة

كما أن المعالم المحلية بشكل خاص تؤثر في ظاهرة البرق المصاحبة. وتعدّ قمم الجبال والمباني العالية أكثر تعرضاً إلى الصواعق، وكذلك الأجسام العالية بالنسبة لأرض مستوية وتبعاً لذلك فإنه لا بد من اتخاذ الاحتياطات اللازمة.

أما الغبار والرياح الرملية فإنها تتأثر بالعوامل المحلية، سواء من سطح الأرض المزود الرئيسي بالرمل والغبار التي تثيرها الرياح، أو بتضاريس الأرض التي تمنع الرياح من إحداث الدوامات المحلية. وتتحرك الرمال في

العادة على سطح الأرض المستوية بفعل الرياح القوية، ولذلك فإن حاجزاً صغيراً يُعدّ عاملاً مؤثراً في إيقاف حركتها. وسوف تستقر في الأماكن التي تكون فيها سرعة الرياح قليلة أو في الأماكن التي تتكون فيها الدوامات والاضطرابات. ويمكن لذرات الغبار المعلقة في الرياح أن تنتقل بحرية إلى ارتفاعات تزيد على ١٥٠٠ م. وتُعدّ العواصف الرملية الشديدة ظاهرة مناخية كبيرة ومهمة ولكنها ليست متأثرة مباشرة بالعوامل المحلية. وغالباً ما ينعكس أثرها على الأماكن المعرضة للرياح السريعة ويمكن للحواجز الطبيعية أو الصناعية أو توفر حماية كافية، ولكنها سوف تستثني إمكانية الانتفاع من حركة الرياح لأغراض التبريد.

إن بعض العواصف المغبرة من النوع (Willy - Willy) يمكنها أن تتولد على مستوى صغير. وفي الوقت الذي تكون فيه أكبر كمية إشعاع حراري (ما بين الساعة ١٤,٠٠ - ١٥,٠٠). فإن طبقة الهواء الملاصقة لسطح الأرض، التي تُعدّ أكثر سخونة، تنفجر في طبقة الهواء الباردة المحيطة بها فجأة، وبعنف، وتكون على شكل زوينة تحمل غباراً كثيراً. إن كلاً من مولد ومسر مثل هذه الزوابع يعتمدان على ظواهر طبيعية محلية صغيرة، كالنضاريس ونوعية سطح الأرض. أما الهزات الأرضية، وهي ليست ظاهرة مناخية تماماً فيجب أن تؤخذ بعين الاعتبار هنا. إنها تحدث غالباً في مناطق معروفة وموضحة بمناطق الزلازل. هنالك معلومات كثيرة عن الزلازل توجد في أماكن كثيرة، حتى إذا لم تكن هنالك أجهزة محلية لمراقبة الزلازل في ضوء المعطيات الجيولوجية (كوجود خطوط الصدع)، ومناطق الزلازل الخطرة يمكن توضيحها على مقياس صغير مخططات تساوي الزلازل (Isoseismal maps) مجموعة من الخرائط توضح خطوط تساوي خطورة الزلازل موجودة في مواقع متعددة. فإذا لم تتوافر مثل هذه الخرائط، وكان الموقع في منطقة زلازل رئيسية أو قريب منها، فإنه لا بد من استشارة خبير، لاختبار موقع خطر أو لتوضيح درجة الخطورة لاتخاذ الاحتياطات اللازمة.

تشكل الأشجار والغطاء النباتي طبقة وسيطة بين الجو وسطح الأرض. وتأثيرها كوسيط في مناخ الموقع ثم الإشارة إليه في الحديث عن درجة الحرارة، والرطوبة والإشعاع وحركة الهواء. وعند تغطية الأرض بالخضرة،

١٠٤,١٣
الكساء
الحضري

فإن سطح الاتصال يتحول الى طبقة أعلى ، وتزداد مساحتها بحوالي أربعة الى اثنتي عشر ضعفاً . وفي الأقاليم الحارة والباردة من الأرض فإن فائدة غطاء بسيط من نباتات صغيرة تكون عظيمة .

ويمكن الحصول على المعلومات المهمة للموقع والمناظر الطبيعية من الملاحظة البصرية للغطاء النباتي وبالمعرفة العملية عن التربة ، والماء والشمس والرياح اللازمة للنباتات الشائعة ، ويمكن للمصمم أن يعالج الاختلافات الرئيسية للمناطق بالنسبة لمناخ الموقع كما هو موضح بالغطاء النباتي .

تؤدي البيئة المصنوعة من الانسان الى تكوّن مناخات متفاوتة خاصة به ومختلفة عن المناخ الواسع للمنطقة أو الإقليم بدرجة تعتمد على درجة تدخل الانسان فيها . ويكون هذا التدخل في البيئة الطبيعية عظيماً في المدن والبلدان المتسعة ، ولذلك كان علينا أن نتحدث عن مناخ المدينة .

١٠٤،١٤
مناخ للمدينة

من أهم العوامل التي تسبب اختلافاً في مناخ المدينة عن مناخ المنطقة الواسعة هي مايلي :

أ (اختلاف نوعية الأسطح : (الأرصفة والمباني) ، لأنها تزيد في امتصاص أشعة الشمس ، وتقلل التبخير .

ب (المباني : حيث تسبب الظلال ، وتحجز الرياح ، ولكن هنالك امكانية توجيهية ثانية على شكل ممرات مع زيادة محلية في السرعة أو تخزينه للحرارة في كتلتها وإعادة اشعاعها مرة ثانية أثناء الليل .

ج (الأشعار الحراري : في الحوائط والتهوية في المباني المدفأة ، نتيجة لوحادات التبريد الصناعية والتكييف (تحريك الحرارة من المساحات المتحكم بها للهواء الخارجي) ، ونتيجة للحرارة من محركات الاحتراق الداخلي ، واستخدامات الكهرباء وفقدان الحرارة من الصناعة وخصوصاً الأفران والمصانع الكبيرة .

د (تلوث الجو : حيث مخلفات المراحل والمنازل والصناعة والمداخن ، وعوادم السيارات ، والدخان والأبخرة التي تقلل أشعة الشمس المباشرة ولكنها تزيد من الأشعة المنتشرة وتعمل حاجزاً للأشعة

المنعكسة. ويمكن أن يساعد وجود الذرات الصلبة في جو المدينة على تكوين الضباب وتهيء الفرصة لسقوط المطر في الظروف المناسبة.

ويمكن أن يكون امتداد هذا الانحراف (عن مناخ المنطقة) جوهرياً تماماً.

درجة حرارة الهواء ° في المدينة يمكن أن ترتفع إلى ٨°م عنها في الأرياف المحيطة، وقد وجد اختلافاً مقداره ١١°م (في بعض الحالات).

الرطوبة النسبية: يمكن أن تنخفض بمعدل ٥ - ١٠٪ نتيجة لسرعة صرف المطر عن الأرصفة ونتيجة لضباب الغطاء الخضري وارتفاع درجة الحرارة.

سرعة الرياح: يمكن أن تنقص إلى أقل من نصف سرعتها في المناطق الريفية المجاورة للمدينة. ولكن تأثير توجيه الرياح بشكل يشابه تأثير المداخل حول الشوارع المبنية أو في الفراغات بين المباني المرتفعة يمكن أن تضاعف السرعة. كما يمكن أن تتكون اضطرابات قوية وزوايا على زوايا الحواجز المعاكسة لاتجاه الرياح.

تتوافر المعطيات الخاصة بالمناخ الاقليمي الرئيسي في كل مكان تقريباً. وقد سبق أن لخصت طريقة بيان هذه المعطيات على شكل منحنيات وجداول في الفصل ١٢، ١٦.

١٤.١٥
معطيات مناخ
الموقع

ومن النادر وجود المعطيات المقاسة التي يمكن الاعتماد عليها، لموقع معين. ولكن حيث أن متغيرات المناخ لموقع ما هي نفسها للأقليم، فمن الأفضل البدء بملخصات معطيات الاقليم، وفي خطوة لاحقة، يحسن البدء باختيار المتغيرات التي يمكن أن تتأثر بعوامل محلية خاصة وكيف يمكن أن يكون مثل هذا الانحراف (من المناخي الاقليمي). وهنا يمكن أن تتغير منحنيات المناخ والقيم المجدولة تبعاً لذلك يمكن توضيح هذه الحقيقة في حالة، التأكد من عدم وجود انحراف. ويمكن في معظم الأحيان أن تستخدم معطيات الاقليم مع بعض الملاحظات النوعية، وذلك بخصوص الانحراف المحلي. وقد يكون ذلك مرضياً تماماً طالما أن النتائج التي تم التوصل إليها من هذه المعلومات سوف تكون نوعية في معظمها.



الراحة : الظروف المرغوبة

٢,١ عوامل الراحة الحرارية

٢,٢ أسس الراحة الحرارية

٢,٣ درجة الحرارة الفعالة ، أو استعملاتها

٢٠١ عوامل الراحة الحرارية

المقدمة	٢٠١،١
انتاج الجسم الحراري	٢٠١،٢
فقدان الجسم الحراري	٢٠١،٣
المنظمات الآلية	٢٠١،٤
الفقدان الحراري في الأجواء الحرارية المختلفة	٢٠١،٥
السكون والهواء الدافئ والرطوبة المعتدلة	٢٠١،٦
الهواء الحار والاشعاع المعتبر	٢٠١،٧
الهواء الحار والاشعاع وحركة الرياح المدركة	٢٠١،٨
الهواء المشبع والهواء الساكن، درجة الحرارة فوق الجسم	٢٠١،٩
أثر التمرض الطويل	٢٠١،١٠
المتغيرات الموضوعية	٢٠١،١١

تشمل دورة حياتنا حالات من النشاطات، كالتعب والراحة. ومن المهم أن يستعيد الجسم والعقل نشاطهما بالاستجمام، مثلاً في الراحة والنوم، ليعادل الاجتهادات العقلية والجسمية المختلفة التي يقوم بها [١٩]. وعادة تعرقل هذه الدورة بظروف مناخية غير مرغوبة، ونتيجة الاجهاد العقلي والعقلي يسبب عدم الراحة، وفقدان الكفاءة، ويمكن أن يؤدي الى انهيار نهائي للصحة. لذلك فان تأثير المناخ على الانسان يعدُّ عاملاً ذا أهمية بالغة [٢٠].

٢٠١،١
المقدمة

إن هدف المصمم أن يخلق أفضل مناخ ممكن في الداخل (إذ ليس من المنظور تنظيم الظروف الخارجية). ويتحكم في رغبة سكان المبنى (عند تحديد نوعية التصميم) ظروفهم المادية والنفسية. وتؤثر الأحاسيس المتراكمة للظروف المرضية للانسان والاجهاد المتواصل في حكمنا النهائي على المباني التي نعيش فيها، وقل مثل ذلك في المدارس، والمكاتب أو المصانع حيث نعمل. انه تحدُّ للمصمم ليجد في طلب أسباب الراحة المثالية. وهي ما يمكن تعريفها بانها الاحساس بالظروف المادية (المنقولة بواسطة الحواس) والذهنية المرضية للانسان. وهنالك معلومات وافرة، قد

نشرت حتى الآن، عن الجانب المادي، ولكن المعلومات الخاصة بالجانب النفسي عن بيتنا قليلة جداً.

تعتمد معايير الراحة الكلية على حواس الانسان. وفي الفقرات التالية، حيث يمكن أن نذكر علاقة النفسية الذاتية ببيتنا، إلا أن تركيزناال الرئيسي سوف يكون على الراحة الحرارية للانسان، التي تُعدُّ المشكلة السائدة في المناخات المدارية. ويمكن اثبات الاستجابة الوظيفية للظروف المناخية باختيار ذات الظروف ومراقبتها.

وقد بدأ وضع قواعد معيارية للراحة الحرارية في أوروبا منذ حوالي ١٥٠ سنة واستمر ذلك الى بداية القرن التاسع عشر عندما بدأت حركة إصلاح ظروف المساكن والصناعة. والقواعد الأساسية للحرارة طبقت أولاً في المناخ، وصناعة التعدين والنسيج؛ إذ شاعت الحوادث والأمراض نتيجة للاجهاد الناجم عن الحرارة والرطوبة في السابق.

إن استجابة الانسان لحرارة البيئة لا تعتمد على درجة حرارة الهواء فقط، فقد ثبت بما لا يدع مجالاً للشك أن درجة حرارة الهواء، والرطوبة، والاشعاع وحركة الهواء جميعها تؤدي الى تغيرات حرارية لا بد من أخذها في الاعتبار ما دامت استجابة الانسان هي هدف التنبؤ. ولتقدير هذه العوامل المناخية، ينبغي اختبار العمليات الحرارية في جسم الانسان.

وتنتج الحرارة في الجسم باستمرار. وذلك في معظم العمليات الكيميائية الحيوية في بناء الأنسجة، وتحويل الطاقة والعمل العضلي مصحوباً بانتاج حراري وتحويل الطاقة والمتطلبات المادية في الجسم من استهلاك الطعام وهضمه. وتتضمن العمليات تحويل مادة الطعام الى مادة حيائية وشكل من الطاقة يمكن الاستفادة منه وهي تسمى بالتفاعل الحيوي [٢٠]. ويمكن تقسيم كمية الحرارة الكلية للتفاعل الحيوي الى تفاعل أساسي: (basic metabolism) اي انتاج الحرارة الانمائي الآلي المستمر، والتفاعل الحيوي العضلي: أي إنتاج الحرارة من العضلات عندما تقوم بعمل ما فان ٢٠٪ من جميع الطاقة المنتجة في الجسم يتفقد به، والباقي (٨٠٪) هو حرارة فائضة ولا بد من أن تبرد في المحيط. وتختلف هذه

٢،١،٢
الانتاج الحراري
للجسم

الحرارة الزائدة، باختلاف معدل التفاعل الحيوي ويعتمد ذلك على النشاط. يبين الجدول التالي كمية الحرارة الزائدة الناتجة من الجسم في النشاطات المختلفة.

النشاط	واط
النوم	الحد الأدنى ٧٠
الجلوس، حركة معتدلة كالطباعة	١٦٠ - ١٣٠
الوقوف، أعمال خفيفة على الآلة أو المقعد	١٩٠ - ١٦٠
الجلوس، حركات ثقيلة من اليد أو القدم	٢٣٠ - ١٩٠
الوقوف، عمل معتدل، بعض المشي	٢٩٠ - ٢٢٠
المشي، حمل أو رفع أحمال خفيفة	٤١٠ - ٢٩٠
رفع أحمال ثقيلة متقطعة، حفر	٥٨٠ - ٤٤٠
أعمال قاسية دائمة	٧٠٠ - ٥٨٠
عمل قاسي بحد أقصى لمدة ٣٠ دقيقة	حد أقصى - ١١٠٠

النشاط	واط
النوم	الحد الأدنى ٧٠
الجلوس، حركة معتدلة كالطباعة	١٦٠ - ١٣٠
الوقوف، أعمال خفيفة على الآلة أو المقعد	١٩٠ - ١٦٠
الجلوس، حركات ثقيلة من اليد أو القدم	٢٣٠ - ١٩٠
الوقوف، عمل معتدل، بعض المشي	٢٩٠ - ٢٢٠
المشي، حمل أو رفع أحمال خفيفة	٤١٠ - ٢٩٠
رفع أحمال ثقيلة متقطعة، حفر	٥٨٠ - ٤٤٠
أعمال قاسية دائمة	٧٠٠ - ٥٨٠
عمل قاسي بحد أقصى لمدة ٣٠ دقيقة	حد أقصى - ١١٠٠

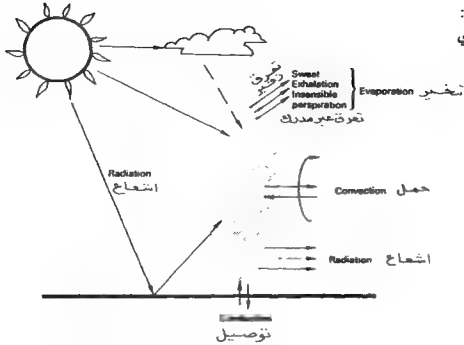
معلومات القيم المتوسطة منشورة في مراجع مختلفة.

٢,١,٣ يجب ان تبقى حرارة الجسم الداخلية متوازنة وثابتة (حوالي ٣٧°م) ولتحقيق ثبوت درجة حرارة الجسم حول هذه الدرجة لا بد من التخلص من الحرارة الفائضة الى المحيط الخارجي [٢١]. وإذا كان هنالك بعض من الجسم

الشكل (٢٦):

التبادل الحراري

للجسم



أشكال الكسب الحراري المتزامن من المحيط (مثل الإشعاع الشمسي أو الهواء الساخن)، فلا بد لهذا أن يبرد أيضاً.

يستطيع الجسم أن يطلق الحرارة الى المحيط بطرق الحمل والاشعاع والتبخير - وبكمية أقل بالتوصيل. الشكل (٢٦) [٢٦].

وتنتج الحرارة المنقولة بالحمل عن الحرارة المنتقلة من الجسم الى الهواء عند اتصاله بالجلد او الملابس ثم يرتفع ليحل محله هواء ابرد منه. ويزداد معدل الحرارة المفقودة بالحمل بازدياد حركة الرياح، بقلة درجة حرارته، ويزيادة درجة حرارة الجلد.

اما الحرارة المفقودة بالاشعاع فانها تعتمد على درجة حرارة سطح الجسم ودرجة حرارة الأسطح المقابلة. واما الحرارة المفقودة بالتبخير فانها محكومة بمعدل التبخير والذي بدوره يعتمد على رطوبة الهواء (كلما كان الهواء جافاً زاد التبخير) وعلى كمية الرطوبة الموجودة والقابلة للتبخير. يحصل التبخير في الرئتين في أثناء التنفس وعلى الجلد، بطريقة غير محسوسة بالعرق. ويعتمد انتقال الحرارة بالتوصيل على الفرق في درجات الحرارة بين سطح الجسم وبين الشيء الذي يلامسه.

الاتزان الحراري في الجسم موضح في الشكل (٢٧) ويمكن التعبير عنه، اذا كانت معاملات الحرارة المكتسبة والحرارة المفقودة على النحو التالي :

الحرارة المكتسبة :

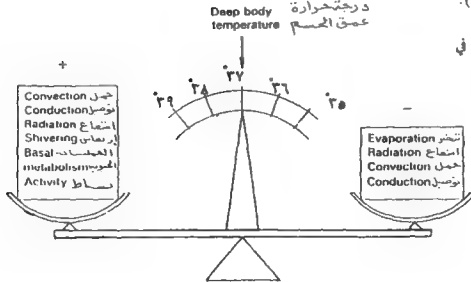
Met	: التفاعلات الحيوية (العضلات والتفاعلات الأساسية)
Cnd	: التوصيل (الاتصال بأجسام حارة)
Cnv	: الحمل (اذا كان الهواء أسخن من الجلد)
Rad	: الاشعاع (من الشمس ومن السماء والأجسام الحارة)

الحرارة المفقودة :

Cnd	: التوصيل (الاتصال المباشر بأجسام باردة)
Cnv	: الحمل (اذا كان الهواء أسخن من الجلد)
Rad	: الاشعاع (الى السماء ليلا والأجسام الباردة)
Evp	: التبخير (من الرطوبة والعرق)

ويتحقق الاتزان الحراري عندما تكون :

الشكل (٢٧) :
الاستوازن
الحراري في
الجسم



وحالما يصبح هذا المجموع أكبر من صفر فإن هنالك ضبط يحدث في الدم . تزداد الدورة الدموية التي تصل الى سطح الجلد، وينتقل معها كمية من الحرارة الى السطح فترتفع درجة حرارة الجلد وتتسارع بذلك جميع أشكال الفقد الحراري . وعلى عكس ذلك، اذا كان مجموع المعادلة السابقة أقل من صفر، فإن دورة الدم الى الجلد تقل، وبذلك فإن درجة حرارة الجلد تقل، ونتيجة لذلك فإن عملية فقدان الحرارة تتباطأ. ويسيل العرق اذا كانت عملية تنظيم الحرارة بواسطة حركة الدم غير كافية وازدادت الحرارة الزائدة، يتراوح معدل العرق ما بين ٢٠ غم / ساعة - ٣ كغم / ساعة في فترات الجهد الفيزيائي، متواكبة مع تأثير البيئة الحارة [٢٣] .

واذا ما استمرت البرودة، في بيئة باردة، على الرغم من عملية ضبط الحرارة في الدم، فقد تحدث للانسان رجفة مخلة، يمكن أن تضعاف الحرارة الى عشرة أضعاف ما ينتج عن التفاعلات الحيوية في فترة وجيزة .

وتتكون عملية ضبط تصدورها الغدد وتمتد فترة من الوقت، أو يتم التأقلم مع الجو وهذه، بدورها، ربما تتضمن التغيير في أساس العملية الحيوية في انتاج الحرارة، وتزيد في كمية الدم (لانتاج والمحافظة على ثبوت الأوعية الدموية وتوسيعها) وترفع معدل العرق .

وعند تقسيم المناخات الحرارية الى ستة أصناف، (١، ٣، ٢) وعند مناقشة الانحراف في مناخ موقع ما، فقد ركزنا على أربعة عوامل أساسية تؤثر مباشرة على راحة الانسان وهي : درجة حرارة الهواء، والرطوبة، وحركة الرياح والاشعاع . ولبيان أهمية هذه العوامل يجب أن نوضح أدوارها . إن كل واحد منها يؤثر بطريقة أو أخرى في عملية التبادل الحراري بين جسم الانسان والمحيط الذي يعيش فيه . ويمكن كلا منها أن يزيد أو يقلل من الحرارة الزائدة في الجسم . وعلى سبيل المثال : فإن درجة حرارة الهواء الزائدة تمثل حاجزا يحول دون التشتيت الحراري بطريقة الحمل (بل يمكن أن يؤدي ذلك الى رفع حرارة الجسم اذا كانت درجة حرارته أقل من حرارة

٢٠١٠٥
الفقد الحراري
في
البيئات
مختلف

الهواء)، وكذلك الرطوبة العالية، حيث يمكنها أن تعيث الفقد الحراري بواسطة التبخير [٢٤].

وسنعرض في الفقرات التالية كيفية تأثير هذه المتغيرات المناخية الأربعة في عملية التشتت أو التبريد الحراري على جسم الانسان، في الأحوال الداخلية (داخل المباني) المختلفة.

وفي المناخ المعتدل، في الداخل، عندما تكون درجة حرارة الهواء حوالي 18°C ، وعندما يكون الهواء هادئاً، ولا تزيد سرعة الهواء عن 0.25 م/ث ، وعندما تكون الرطوبة ما بين $40\% - 60\%$ ، ويقوم الانسان بعمل موضعي فانه يبرد الحرارة الزائدة بسهولة، وذلك بالطرق التالية:

بالاشعاع	45%
بالحمل	30%
بالتبخير	25%

٢,١,٦
الهواء الدافئ
السكن
والرطوبة
المعتدلة

إذا كانت درجة حرارة الحوائط المحيطة ثابتة تقريباً وتساوي درجة حرارة الهواء [٢٥].

تتراوح درجة حرارة الجلد ما بين $31 - 34^{\circ}\text{C}$. وعندما تقترب درجة حرارة الهواء من درجة الجلد يزداد الفقد الحراري بواسطة الحمل تدريجياً. ان التنظيم الحراري بواسطة الأوعية الدموية يزيد من درجة حرارة الجلد الى الحد الأعلى (34°C)، ولكن عندما تصل درجة حرارة الهواء الى هذه النقطة، فلن يكون هنالك فقد حراري بواسطة الحمل.

٢,١,٧
هواء حار وكمية
إشعاع معتبرة

وطالما أن معدل حرارة الأسطح المقابلة للانسان أقل من درجة حرارة الجلد، فانه سيكون هنالك فقد للحرارة بواسطة الاشعاع، وعندما تزداد درجة حرارة الأسطح فان الفقد الحراري بواسطة الاشعاع يقل. إن الحرارة المشعة من الشمس أو من جسم حار (نار أو من مصدر حراري) يمكن أن تكون عامل كسب حراري رئيسي.

وعندما يكون عنصرا الحمل والاشعاع في عملية التبادل الحراري موجبين فان التبخر يمكن ان يحافظ على الاتزان الحراري في الجسم الى حد معين، بشرط أن يكون الهواء جافاً الى درجة تسمح بمعدل تبخر عال.

٢٠١٨

هواء حار،
اشعاع وحركة
معتبرة للهواء

عندما يكون الهواء حاراً (مساوياً أو يزيد على درجة حرارة الجلد) بحيث يكون الحمل موجباً، وتكون درجة حرارة الأسطح دافئة، أو تكون هنالك كمية معتبرة من الحرارة المشعة من أحد المصادر (يكون عنصر الاشعاع دائماً موجباً)، ويكون الهواء رطباً (رطوبته النسبية أقل من ١٠٠٪) فان حركة الهواء سوف تزيد من سرعة التبخر، وبذلك يزداد تشتت الحرارة، على الرغم من أن درجة حرارته أعلى من درجة حرارة الجلد.

الطريقة كمايلي : اذا كانت الرطوبة النسبية للهواء حوالي ٩٠٪، فانها ستمتص بعض الرطوبة بواسطة التبخر من الجلد، ولكن الطبقة الرقيقة من الهواء (١ - ٢ سم) سوف تحتك مباشرة بالجلد وتصبح مشبعة وهذه الطبقة المشبعة المحيطة بالجلد تحول دون أية عملية تبخير اضافية. ولكن الهواء المتحرك يزيل هذه الطبقة المشبعة وبذلك تستمر عملية التبخير. وقد ورد في بعض المراجع [٢٦] ان في ضغط تبخير أكبر من ٢٠٠٠ نيوتن / م^٢، كل م/ث زيادة في سرعة الرياح تعادل الزيادة في ضغط تبخير مقداره ٣٠٠ نيوتن / م^٢.

وعندما يصبح الهواء تماماً، وادفاً من الجلد، فان حركته تزيد فقط من عدم الراحة والكسب الحراري. ولحسن الحظ فان هذه الأحوال نادراً ما تحدث. حتى في المناطق الدافئة الرطبة فان اقصى رطوبة تكون عندما تقل درجة حرارة الهواء عن درجة حرارة الجلد، بينما كانت اقصى درجة حرارة مصحوبة برطوبة معتدلة.

٢٠١٩

هواء مشبع
ساكن فوق
درجة حرارة
الجسم

ولنفرض حالة ما، ان درجة حرارة الهواء والأسطح فوق درجة حرارة الجلد (أعلى من ٣٤°م)، وحيث لا توجد حركة هواء معتبرة (أقل من ٢٥، ٠ م/ث)، والرطوبة النسبية قريبة من ١٠٠٪. عندئذ سيكون العرق وافرأ وغزيراً، ولكن لا يكون هناك تبخير. وسوف يكون هنالك حرارة مكتسبة بالحمل والاشعاع، لذلك، على كل حال، التفاعل الحيوي لانتاج الحرارة يكون صغيراً، وسوف تكون جميع العناصر في الميزان الحراري (معادلة موجبة: ٢، ١، ٤)

عندها تبدأ درجة حرارة الجسم بالارتفاع، وعندما تزداد درجة الحرارة

في عمق الجسم 2°م أو (كمحد أقصى) 3°م فقط، يصاب الانسان بصدمة حرارية. وهذا انهيار دائري، يتبعه ازدياد مضطرب في درجة الحرارة في عمق الجسم. وعندما يصل ذلك الى درجة حرارة (41°م) فإنه يصاب بحالات من السبات وتكون الوفاة وشيكة، اما اذا بلغت الحرارة 45°م فإنه الموت المحقق.

هذه الحالات نادراً ما تحدث وربما حصلت في داخل المباني ذات التصميم الرديء وبإدارة رديئة.

إذا لم تكن الظروف سيئة تماماً لا تحدث كوارث مفاجئة، فإن التأثير الطويل لظروف غير مريحة يمكن أن يؤدي الى تأثيرات عكسية. حتى وان كانت ميكانيكية التحكم الوظيفي تمكن من المحافظة على الحياة (مثال: معدل عرق عالٍ وثابت وتوسع للشرايين دائم، فإن هنالك فقداناً معتبراً في كفاءة العمل مع اجهاد وظيفي).

٢٠١٠
تأثير التعرض
الطويل

ويمكن للعوامل التي تسبب أيضاً انعاشاً كالرياح ذات السرعة الكبيرة - أن تسبب التهيج وعدم الراحة عندما تستمر مدة طويلة [٢٧].

إن العوامل التي تعدّ مريحة تماماً، يمكن ان تنتج تأثيرات عكسية، اذا كانت ثابتة وغير متغيرة على الاطلاق في فترة طويلة. إن أحد متطلبات الانسان الأساسية هو التنوع، وقد كانت هذه الحقيقة مهمة من الباحثين الأولين. وقد أصبحت هذه النقطة واضحة بشكل خاص في البيئة ذات التحكم الآلي، كالمباني المكيفة هوائياً، حيث تكون البيئة الداخلية في ظروف ثابتة أو تكاد، وتكون التغيرات فيها ضمن حدود دقيقة جداً. ما هو هدف المصمم؟ هل هو مجموعة حدود من الظروف المريحة ضمن ما يمكن أن تعدّ التغير فيها مقبولاً؟ لحسن الحظ في المباني ذات البيئة المتحكم بها آلياً، تنتج التغيرات عن المتغيرات النهارية في عوامل المناخ.

الاحساس بالراحة او عدم الراحة يعتمد مبدئياً على المتغيرات المناخية الأربعة التي نوقشت سابقاً. وعلى كل حال فإن الأداء الحراري يتأثر بعدد من العوامل الذاتية أو الشخصية ومنها:

٢٠١١
المتغيرات

• الملابس: يمكن أن تتغير من شخص لآخر. والانسان الذي يلبس بدلة عمل عادية مع ملابس داخلية قطنية* يحتاج الى حوالي ٩م أقل من الانسان العادي.

• التأقلم: كنا قد قدمنا بشيء عنه في الفصل ٤, ١, ٢. فاذا تعرض الجسم الى ظروف مناخية جديدة، فانه يصل الى تعديل كامل في ٣٠ يوماً وفي هذا الوقت فان الأداء الحراري الفردي سوف يتغير. (إن شخصاً ما في لندن يفضل أن يكون معدل درجة حرارة البيت الداخلية: ١٨م ولكن بعد أن يقضي عدة أشهر في لاجوس (نيجيريا)؛ إذ تكون هذه الدرجة باردة نسبياً فانه يفضل أن تكون حوالي (٢٥م).

والسن والجنس يمكن أن يتأثرا بالأداء الحراري، ويكون التفاعل الحراري للانسان المسن أبطأ، لذلك فانه يفضل درجة حرارة أعلى. والنساء كذلك لهن تفاعل حيوي أبطأ من الرجال ويفضلهن في الغالب الجو ذا الحرارة المرتفعة بمقدار درجة مئوية واحدة عما يفضلها الرجال.

• شكل الجسم: أي نسبة السطح الى الحجم، وذلك تأثيره أيضاً. فمساحة سطح الانسان النحيف أكبر بكثير من رجل قصير بدين وينفس الوزن، ويستطيع أن يبدد أكبر من الحرارة ويستطيع احتمال درجة أعلى، ويفضلها.

• الدهن تحت الجلد: يعدّ الدهن الذي تحت الجلد طبقة جيدة للعزل الحراري. فالشخص البدين يحتاج الى هواء أبرد ليبدد كمية الحرارة نفسها (بالمقارنة بشخص معتدل الصحة).

• الحالة الصحية حيث تؤثر على المتطلبات الحرارية. ويمكن في حالة المرض أن يزداد التفاعل الحيوي ولكن الفاعلية الصحيحة يمكن أن تضعف لانظام آلية هذا التفاعل ويتيح عن ذلك أن الحدود المحتملة لدرجات الحرارة تصبح ضيقة.

• الأكل والمشروب : لكل نوع معين من الأصناف أثر على معدل التفاعل الحيوي، وربما كان ذلك سبباً في اختلاف غذاء الناس بين المناطق المدارية والمناطق القطبية.

• لون السماء : يمكن أن يؤثر على كسب الحرارة المشعة، وقد وُضِعَ عملياً أن الجلود الفاتحة اللون تعكس حوالي ثلاثة أضعاف الحرارة المشعة مقارنة بالجلود الداكنة. مع أن الأسطح الفاتحة، على كل حال*، غير محصنة ضد حروق الشمس بشكل جذري، ولا خطر القرحة والسرطان والأمراض الناجمة عن الشمس. ويحتوي الجلد الداكن أو الأسود على صبغة الميلانين (Pigment melanin) الذي يكون تحت الجلد بكمية أكبر، وهو يمنع احتراق الأشعة البنفسجية التي تسبب الضرر. كما أن الجلد الأسود يزيد من إصدار الحرارة من الجسم بنفس المعدل الذي يؤدي به الامتصاص. لذلك، فإنه ليس للجلود الملونة تأثير على الأداء الحراري، ولكن لها مقاومة أكبر لأثر أشعة الشمس المضرة.

٢ - ٢ أسس الراحة الحرارية :

٢,٢,١	البحث عن مقياس للراحة
٢,٢,٢	درجة الحرارة المؤثرة
٢,٢,٣	درجة الحرارة المؤثرة المعدلة
٢,٢,٤	الدفع المكافئ
٢,٢,٥	درجة الحرارة الفعالة
٢,٢,٦	معامل الراحة الاستوائية
٢,٢,٧	درجة الحرارة المحصلة
٢,٢,٨	معدل أربع ساعات التعرق المتوقع
٢,٢,٩	دليل إجهاد الحرارة
٢,٢,١٠	مخطط المناخ الحيوي
٢,٢,١١	دليل الاجهاد الحراري
٢,٢,١٢	مقاييس الراحة والتصميم

٢,٢,١
البحث عن
مقياس الراحة

عندما يريد المصمم أن يقدر تأثير الأحوال المناخية على عملية تبريد طاقة الجسم، فانه يواجه صعوبة معالجة أربعة متغيرات مختلفة متزامنة. ففي الخمسين سنة السابقة جرت عدة محاولات واختبارات من أجل استنباط مقياس يتفرد بجمع تأثيرات هذه العناصر الأربعة. وتعرف هذه المقاييس المجمعة بالأدلة أو الأسس الحرارية (Thermal indices) أو مقاييس الراحة (Comfort Scales) وقد بنيت في معظم هذه غرف اختبارات خاصة، يمكن أن تزود بمجموعة من الظروف المناخية التي يمكن تحقيقها حسب الرغبة. إذ يُعرض عدد من الأشخاص بداخل الغرفة الى مجموعة من الظروف المناخية المختلفة ما بين حار جداً الى بارد جداً. ثم يطلب منهم تسجيل ردود فعلهم الشخصية في استبيان حسب مقياس معدل لذلك. ثم تقييم الاجابات احصائياً، وتوضح النتائج على شكل منحنيات، وفي معظم الاحيان، ينتهي ذلك على شكل رسم بياني ثلاثي الخطوط (nomogram) يعرض العلاقة المخبرية التي تم التوصل اليها. وقد استنبط الباحثون المختلفون حوالي ثلاثين مقياساً للدليل الحراري.

وأهم هذه الأدلة أو الأسس موضحة بالفقرات التالية :

أول هذه المقاييس وضعه هاوتن وياجلون (Houghton and Yaglon) عام ١٩٢٣ ، اللذان كانا يعملان في المنظمة الأمريكية لمهندسي التكييف (التدفئة والتهوية). ويوضح الشكل (٢٨) نتيجة أبحاثهم وهو على شكل خاوية موضح عليها «خطوط الراحة المتساوية». وقد سُمّيت «مقياس درجة الحرارة المؤثرة» ويمكن تعريفها بأنها درجة الحرارة الثابتة، والجو المشبع (بالرطوبة)، الذي يمكنه أن ينتج (في غياب الاشعاعات) التأثير نفسه للجو تحت الاختبار. وفي عام ١٩٤٧ صحّح ياجلون (Yaglon) المقياس قليلاً وأجرى عليه تعديلات مقبولة.

٢,٢,٢
درجة الحرارة
المؤثرة (ET)

بينما دمج مقياس درجة الحرارة المؤثرة (ET) تأثيرات المتغيرات الثلاثة في الأصل درجة الحرارة والرطوبة ثم اشتمل على حركة الرياح. فان مقياس درجة الحرارة المؤثرة المعدلة اشتمل على تأثيرات الاشعة. هذا المقياس يعد في الوقت الحاضر أكثرها استعمالاً، لذلك فسوف يتم وصفه بتفاصيل أكثر في القسم التالي.

٢,٢,٣
درجة الحرارة
المؤثرة المعدلة
(CET)

أجرت شركة السيارات (Bedford) في إنجلترا اختبارات عديدة بين أكثر من ٢٠٠٠ من عمال المصانع. وكان العمال يعملون في الأعمال الخفيفة، تحت ظروف داخلية مختلفة. وقيست درجة حرارة الهواء والرطوبة ومتوسط درجة الحرارة المشعة (mean radiant temp.) وسجلت مع الاستجابات الشخصية للعمال. وقد سجلت أيضاً الحرارة للجسد والملابس. وبعد تصحيح نتائج البحث، باستخدام طرق التحليلات الاحصائية، تم عمل مقياس الدفء المكافئ وهو موضح بالمخطط ثلاثي المحاور في الشكل (٢٨)، وقد اعتقد انه موثوق بنتائجه ضمن مناطق الراحة حتى ٣٥°م مع رطوبة نسبية ضئيلة و ٣٠°م مع رطوبة نسبية عالية ولكنه يقلل قيمة تأثير البرودة الناتجة عن حركة الهواء في الرطوبة العالية.

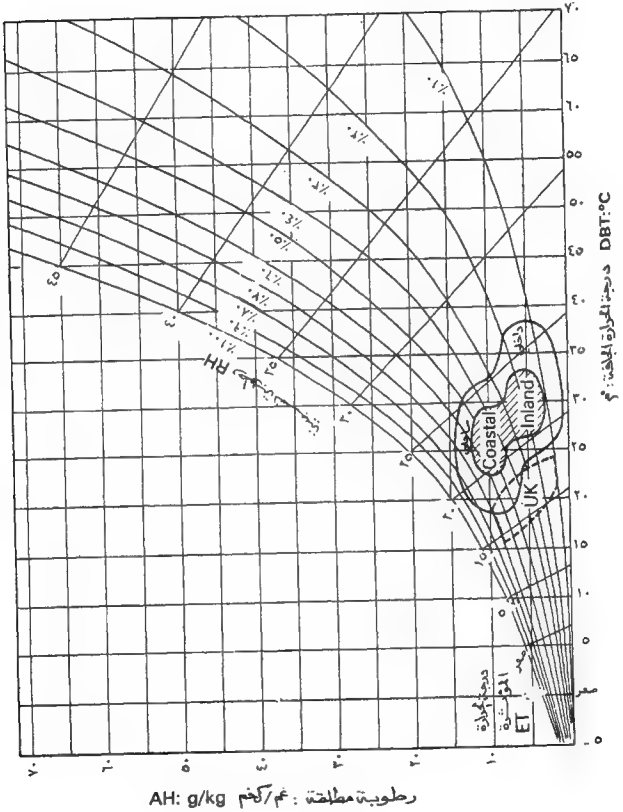
٢,٢,٤
الدفء المكافئ
(EW)

هنالك مقياس آخر طُوّر في الولايات المتحدة الأمريكية من (Winslow, Herrington and Gagye)، وهو من ناحية مبدئية قريب من مقياس الدفء المكافئ. وهو يجمع ما بين تأثيرات الاشعاع ودرجة حرارة الهواء. وقد أجريت الدراسات لمنطقة معينة مع ظروف مناخية باردة، حيث تأثيرات الرطوبة القليلة جداً وكذلك معدل حركة الهواء، فقد كانت مهمة [٢٩].

٢,٢,٥
درجة الحرارة
الفَعّالة (OT)

٢,٢,٦
معدل الراحة
الاستوائية
(ECT)

الشكل (٢٨) : مخطط مقياس رطوبة الجو وحطوط درجة الحرارة المؤثرة



طَوَّرَ هذا المقياس (C.G. Webb) في سنغافورة عام ١٩٦٠. وقد سجلت ردود الفعل الشخصية لأشخاص متأقلمين مع قياسات درجات الحرارة والرطوبة وحركة الهواء. وقد شكلت النتائج معادلة مبيّنة في رسم بياني، مشابه لدرجة الحرارة المؤثرة [٣٠].

طَوَّرَ هذا المقياس (Missenard)، في فرنسا، وهو تطوير بسيط عن مقياس درجة الحرارة المؤثرة الرسم البياني (ثلاثي المحاور) الذي يوضح هذا المقياس يعدّ تقريباً مطابقاً لذلك المبين في مقياس درجة الحرارة المؤثرة. وقد كان يعتقد انه مناسب للاستخدام في المناخ المعتدل وليس لمناخ المناطق المدارية حيث لا يسمح باعطاء تأثير مناسب لحركة الهواء فوق درجة حرارة ٣٥م ورطوبة نسبية ٨٠٪.

٢٠٢٧
درجة الحرارة
المحصلة (RT)

هذا المقياس الذي يحاول ربط الاحساس الفردي مع قياسات المناخ، يهتم بصفة مبدئية بتحديد موضوعي للاجتهاد الفيزيائية (الجسمية)، التي يعبر عنها بمعدل افراز الجسم للحرارة بواسطة النبضات ودرجة الحرارة الداخلية.

٢٠٢٨
معدل أربع
ساعات التعرق
التوقع (P4SR)

إن طريقة قياس معدل التعرق طوّرت في الاختبارات التي أجريت لجنود البحرية البريطانية عام ١٩٤٨، وحاولت ان تضع في الاعتبار اجهادات الحرارة الخاصة التي يمارسها أو يجربها رجال البحر. وقد أخذ في الاعتبار التفاعلات الحيوية والملابس، ودرجة حرارة الهواء والرطوبة وحركة الرياح ومعدل درجة الحرارة المشعة للجسم المحيطة. وقد أسس مقياس معدل التعرف على قواعد ربطت بين المتغيرات السابقة، التي تنتج معدل التعرق نفسه، وهكذا نفترض الاجهادات الوظيفية نفسها [٣١].

ويمكن أن يعدّ هذا المقياس أفضل مقياس يعول عليه في الظروف ذات درجات الحرارة العالية، ولكن غير مناسب لظروف تقل درجة الحرارة فيها عن ٢١م. لأن تأثير حركة الرياح في الرطوبة العالية لم يأخذ حقه في المقياس.

وعلى أساس من الاعتبارات النظرية الشبيهة بما سبق تم في الولايات المتحدة الأمريكية تطوير مقياس جديد. وقد وضعت عدة افتراضات فسيولوجية (تختص بالوظائف) ومن ثم طورت طريقة حسابية لاجماد مؤشر على الاجهاد الحراري استنادا الى قياسات بيئية، وقيست الحرارة الناتجة من التفاعلات الحيوية لأشخاص يعملون أعمالاً مختلفة واخذت على انها مؤشر على

٢٠٢٩
دليل اجهاد
الحرارة (HST)

الاجهاد الحراري [٣٢]. ويعتقد أنه قابل للتطبيق في هواء ساكن حرارته ما بين ٢٧°م - ٣٥°م ورطوبته النسبية ٨٠٪ وكذلك رطوبة أقل إذا كانت درجات الحرارة أعلى، ولكنه لم يكن مناسباً لمنطقة الراحة.

أظهرت بعض التجارب التي أجراها بعض الاستراليين في الظروف الحارة جداً، عندما يكون معدل التفاعلات الحيوية منخفضاً (نشاطات بسيطة) فإنها تكون مزعجة للغاية وأن مقادير درجة الحرارة الجافة (DBT) لها علاقة متبادلة أفضل بكثير من ناحية الحكم الموضوعي إذا ما قورنت بمقادير درجات الحرارة المؤثرة (ET) وعلى هذا الأساس، ونظراً لشكوك أخرى، فقد توصل (Uolgyay) الى فكرة انه لا فائدة من عمل أو بناء مقياس أو معيار ذي رقم واحد؛ إذ إنَّ للعناصر الأربعة ظروف مختلفة تتحكم بها. فقام بشييد مخطط للمناخ الحيوي (bioclimate chart) الشكل (٢٩)؛ إذ عرفت منطقة الراحة بمصطلحات درجة الحرارة الجافة (DBT) والرطوبة النسبية (PH)، ولكنها أظهرت فيها بعد بخطوط إضافية، لقد دفعت هذه المنطقة لأعلى بسبب وجود حركة الهواء وخفضت لأسفل بواسطة الاشعاع [٣٤]. ورغم أن نتيجته ظهرت وكأنها صحيحة تماماً، فانه ظهر شعور أن معيار الراحة المعدل عليه ما زال مجدياً كدليل ومعنى مجمل ووسيلة اتصال.

٢٠٢٠١٠
مخطط
الناتج
الحيوي

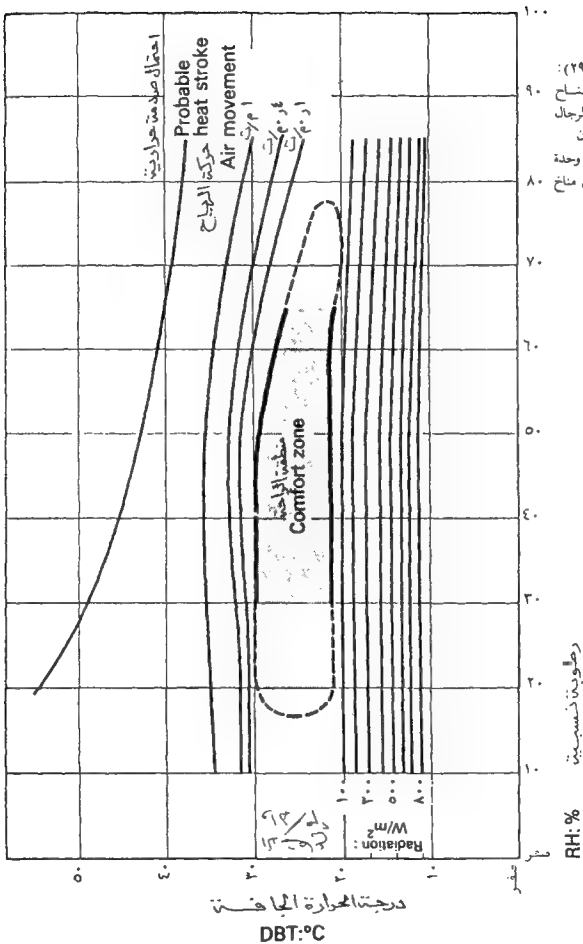
وبعد مراجعة صلاحية كثير من أدلة الراحة السابقة وتدقيقها وإمكانية الاعتماد عليها، قام (Givoni) بوضع معيار جديد مستمد من المبادئ الأولى [٣٥]. ان دليل الاجهاد الحراري الذي طوره (جيفوني)، هو معدل التبريد المحسوب الناتج من التعرق، وهو الذي يحافظ على الاتزان الحراري تحت الظروف المعطاة. واعتمدت الحسابات على مجسم مهذب ذي علاقة بعلم الطبيعيات، لنظام الانسان في المحيط الحراري. ويأخذ هذا الدليل في حسابه جميع العوامل الحرارية الموضوعية والفردية او الشخصية. وقد امتدت فائدته مع ظروف الراحة الى الظروف شديدة الحرارة ما دامت التصحيحات الفسيولوجية (الخاصة بالجسم) قادرة على المحافظة على الاتزان الحراري.

٢٠٢٠١١
دليل الاجهاد
الحراري (RTS)

ونظراً لتعقيد الحسابات المضمنة، فإن استخدامه قد يقتصر على الباحثين وإنه لن يستخذه العمليون.

لمعظم المعايير الموجودة بعض الحدود في استخدامها العملية واستعمالاتها تحت ظروف مختلفة، ويظهر بعض هذه الصعوبات من حقيقة أن هذه الاختبارات جرت تحت ظروف مناخية داخلية متباينة تبايناً كبيراً. وكذلك ظروف الاختبار فهي مختلفة أيضاً. ونتيجة لذلك فإن كل مقياس أو معيار صالح للعمل تحت ظروف محددة وليس بشكل مطلق.

وقد نستثني، بشكل خاص، معيار درجة الحرارة المؤثرة المعدلة (CET) الذي أنتج تحمسينات عديدة من مقياس درجة الحرارة المؤثرة (ET) الأصلي، الذي طوره (Houghton and Yoglou). وهذا هو أكثر معيار مستخدم وأفضلها أداءاً، رغم أن بعض الباحثين قد شككوا في دقته [٣٦]، ولكنه كافٍ تحت معظم الظروف. وسوف يستخدم في الأجزاء التالية لترجمة المعلومات المناخية والموقعية إلى رقم واحد، ليستخدم كدليل لتأسيس معيار الراحة الحراري للمناخ الداخلي. كلمة دليل، على كل حال، يؤكد، حيث لا يوجد معيار يمثل رقماً واحداً يمكن ليستخدم كبديل للمعلومات المفصلة وله علاقة بالعوامل المناخية الأربعة.



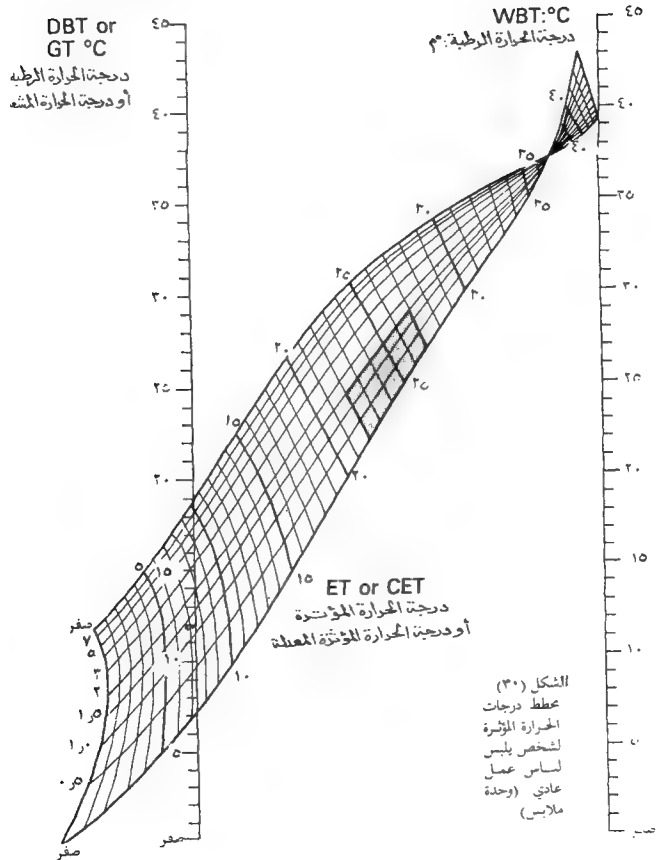
٢ ، ٣ درجة الحرارة المؤثرة - استعمالها

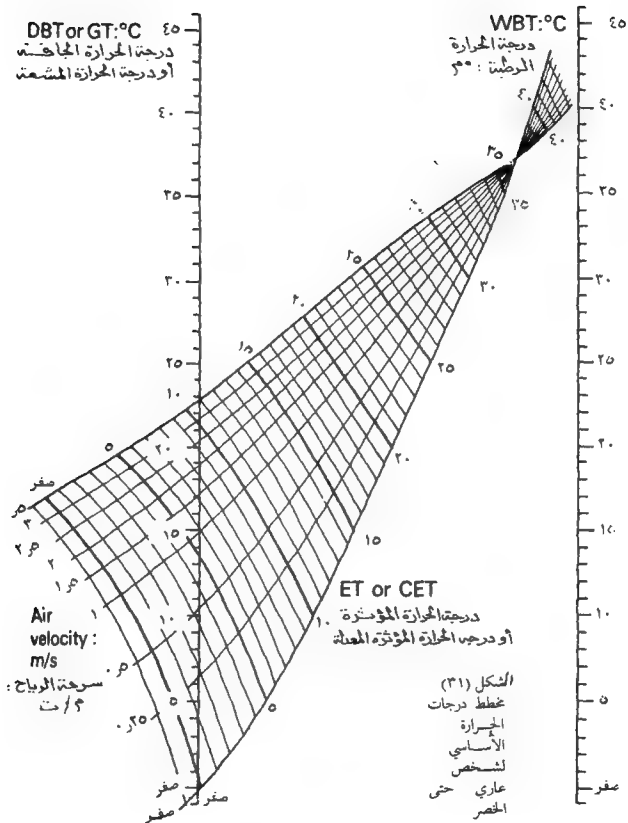
٢،٣،١	مراجعة مقياس درجة الحرارة المؤثرة
٢،٣،٢	متوسط درجة الحرارة المشعة
٢،٣،٣	إيجاد مصادر درجة الحرارة المؤثرة المعدلة
٢،٣،٤	مقياس درجة الحرارة الهابطة
٢،٣،٥	منطقة الراحة
٢،٣،٦	استعمال معيار درجة الحرارة المؤثرة المعدلة : مثال
٢،٣،٧	تحليلات المناخ باستعمال معيار درجة الحرارة المؤثرة المعدلة
٢،٣،٨	خطوط تساوي درجة الحرارة المؤثرة

٢،٣،١ مراجعة مقياس درجة الحرارة المؤثرة أصلاً بأنه خطوط الراحة المتساوية (خطوط مستقيمة) المرسومة على المخطط البياني الشكل (٢٨). وقد اثبت لاحقاً [٣٦، ٣٩] ان هذه الطريقة تقلل من تقدير أهمية حركة الهواء المعتدل في درجات الحرارة العالية كما تزيد من أهمية تأثير الرطوبة العالية. وبعد دمج التعديلات المناسبة، تم بناء رسم بياني (ثلاثي المحاور) يمكن من معرفة مقدار درجة الحرارة المؤثرة مباشرة قراءة درجة الحرارة الجافة (DBT) أو درجة الحرارة الرطبة (WBT). وبين الشكل (٣٠) هذا الرسم بمقياس كبير الى درجة كافية من ناحية عملية. وهذا المقياس العادي مناسب للشخص الذي يلبس البسة عادية، خفيفة، (ملابس للداخل). أما في حالة الانسان العاري من رأسه حتى خصره، فان المقياس الأساسي يجب أن يستعمل، وهو الموضح في الشكل (٣١) (كلا المخططين قد أنشأ على أساس الأعمال المنشورة في عمل Bedford بالوحدات المترية).

وكلا المقياسين عازل يحول دون تبادل حرارة الاشعاع بين الجسم والمحيط الموجود فيه. وعلى كل حال، فقد وجد أن قراءة ميزان الحرارة الدائري (انظر ٢،٣،٢)، اذا استعمل بديلاً عن مقادير درجة الحرارة الجافة (DBT) فانه لا بد من تأثير ردود الفعل الشخصية في التبادل الحراري الناتج من الاشعاع. وتسمى القيم التي تم الحصول عليها في هذه الحالة «درجة الحرارة

(shaded area comfort zone
see para 2.3.5)





المؤثرة المعدلة (CET) . ويمكن استخدام المخطط نفسه للتعريف بكلًا
المقياسين .

٢.٣.٢

متوسط درجة
الحرارة المشعة
(MRT)

ويمكن تحديد متوسط درجة الحرارة المشعة كمايلي :

إذا كانت جميع الأسطح في بيئة ما منتظمة في درجة الحرارة هذه، فإنها تنتج أو تعطي صافي الاتزان الحراري نفسه الناتج من الاشعاع تماماً كما في البيئة المعطاة بدرجات الحرارة للسطوح المختلفة . ويمكن قياسها باستخدام ميزان حرارة دائري (الشكل ٣٢) الذي يتكون من ميزان زئبقي محاط بكرة مدهونة بلون أسود غير لامع . وقطرها ١٥٠ مم . له قصور ذاتي مقداره ١٥ دقيقة . ولكن بعد هذا الوقت ، فإن قراءته تكون نتيجة لدرجة حرارة الهواء وتأثير أية إشاعات ساقطة أو منبعثة . فإذا كان الهواء ساخناً وكانت الأسطح المقابلة (الحوائط) باردة فإن بعض الاشعاعات سوف تنبعث من الكرة وتكون القراءة أقل من درجة حرارة الهواء . ولكن إذا كانت هنالك أشعة ساقطة فإن قراءة الجهاز سوف تكون أعلى من درجة حرارة الهواء . وإذا تحدثنا بدقة فإن درجة حرارة الميزان الكروي (درجة الحرارة الكروية GT) ودرجة الحرارة المتوسطة للاشعاع (MRT) تكونان متساويتين في حالة واحدة هي إذا كان الهواء ساكناً تماماً ولا يوجد انتقال حراري متبادل بالحمل بين الكرة والهواء ، وفي ظروف مختلفة عن هذه ، يمكن ان تصحح القراءة باستخدام مخطط آخر [٢١] . ولاهداف مخطط درجة الحرارة المؤثرة المعدلة (CET) ، فإن قراءة ميزان الحرارة الكروي يمكن ان تستخدم دون تصحيح .

٢.٣.٣

إيجاد درجة
الحرارة المؤثرة
المعدلة (CET)

- ١ . تقاس درجة الحرارة المشعة باستخدام الميزان الكروي الشكل (٣٢) .
- ٢ . تقاس درجة الحرارة الرطبة (WBT) .
- ٣ . تقاس سرعة الهواء باستخدام مقياس سرعة الرياح ، او في حالة السرعات القليلة باستخدام مقياس درجة الحرارة الهابطة (Kata Thermometer) .
- ٤ . ضع قراءة درجة الحرارة المشعة (GT) (خطوة ١) الى يسار المقياس العمودي للمخطط (الشكل ٣٠ أو ٣١) .
- ٥ . ضع درجة الحرارة المبتلة (WBT) الى يمين المقياس العمودي للمخطط .
- ٦ . صل بين النقطتين (السابقتين خطوط ٦٥ و٦٠) بخط مستقيم (يمكن وضع حافة فقط بين النقطتين) .

٧. اختر المنحني المناسب لسرعة الرياح (المقياس موضح على أقصى الشال).

٨. علم نقطة تقاطع المنحني مع الخط المستقيم.

٩. اقرأ القيمة من الخط المنحني القصير المائل والمار بالنقطة نفسها، فهي قيمة درجة الحرارة المؤثرة المعدلة.

إذا لم تكن هنالك اشعة مفقودة أو مكتسبة وكان الهواء مشبعاً فان درجة الحرارة المبتلة ودرجة الحرارة للميزان الكروي تتطابقان: وسيكون الخط الواصل (الواصل بين النقطتين ١، ٢ في البند السابق) أفقياً. وكذلك اذا كان الهواء ساكناً (المنحني ١، م / ث) فان قيم درجة الحرارة المؤثرة المعدلة سوف تكون، ايضا كدرجات الحرارة الناتجة من ميزان الحرارة الرطب او الميزان الكروي، كما يمكن استنتاجها من تعريف درجة الحرارة المؤثرة المعدلة (CET)

٢، ٣، ٤

ميزان الحرارة

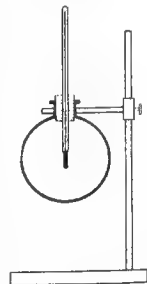
الهابط (Eata)

Thermometer

إن مقياس سرعة الرياح (الآلي) ذي الأجزاء المتحركة نادراً ما يستجيب الى حركة الهواء اذا كانت أقل من ٥ و. م / ث). وعلى كل حال فان مجرد حركة بسيطة للهواء ذات اتجاهات عشوائية يمكن ان تقاس بتأثيره البارد. إن مقياس درجة الحرارة الهابط (Kata thermometer) يستخدم لمثل هذا الغرض. انه انبوب زجاجي مملوء بكحول ملون. يسخن الكحول ليمتد ويصل الى الوعاء العلوي في قمة الانبوب، وذلك بوضعه في ماء ساخن في العادة، وعندما يرفع من الماء تحفف الوصلة ويعلق على حامل، وعندما يبرد يبدأ الكحول بالهبوط. وهنالك علامتان على الانبوب، إحداهما منظرية لدرجة الحرارة ٥٤، ٥ م والأخرى الى ٥١ م (هنالك أنواع أخرى معلمة على ٣٨ م و ٣٥ م). ويقاس الوقت اللازم للكحول لينزل من العلامة العليا للسفلى بساعة توقيت وهذا ما يطلق عليه «زمن التبريد». ويعبر عن الخواص المحددة لكل ميزان حرارة برقم «المعامل الهابط» (The Kata factor) (ما بين ٢٥٠ و ٦٠٠) والمعلم على خلفه. ويستخدم المخطط الموضح في الشكل ٣٣ كما يلي:

الشكل (٣٢):

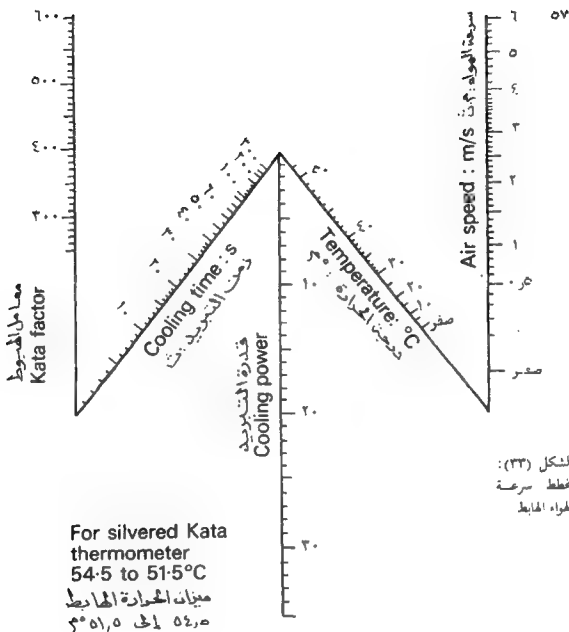
الميزان الكروي



أ) علم المعامل الهابط على يسار المعيار.

ب) علم زمن التبريد على الخط المائل.

ج) ضع حداً مستقيماً بين هاتين النقطتين وعلم تقاطعه على المقياس المرتري (القدرة المبردة).



د (علم درجة حرارة الهواء المنفصلة (DBT) عن يمين الخط المائل للمقياس .

هـ (ضع حداً مستقيماً بين القدرة المبردة عبر درجة حرارة الهواء الجافة (DBT) وأقرأ سرعة الهواء على المقياس العمودي اليميني .

ويعمل مقياس الهواء ذو السلك الحار استناداً الى فكرة مائلة ولكن يستخدم نظام كهربائي بدلاً من المقياس او الحسابات، ويعطي قراءة مباشرة لسرعة الرياح.

٢٠٣٠٥
مطقة الراحة

ويمكن تعريف منطقة الراحة بانها مجموعة الأحوال (الطبيعية) التي يشعر ٨٠٪ من الموجودين فيها بالراحة. هذه المنطقة موضحة على المخطط المناخي الحيوي (الشكل ٢٩) وترى مضافة على المخطط الخاص بدرجة الحرارة المؤثرة المعدلة (CET) (شكل ٣٠) ويقارن الجدول التالي بين ما وجدته عدد من الباحثين، ويمكن ملاحظة ان هنالك اختلافاً كبيراً بين الحدود المختلفة، التي تم التوصل اليها. جميع القيم معطاة بالدرجة المثوية لدرجة الحرارة المؤثرة (ET) والمصادر موضحة بعد الجدول.

الموقع المصدر الحد الأدنى الحد الأعلى الحد الأعلى

بريطانيا، شتاء	١	١٤	١٧	٢٠
صيفا	٢	-	١٨	٢٢
الولايات المتحدة شتاء	٣	١٥	٢٠	٢٣
صيفا	٤	١٨	٢٢	٢٦
سدني صيفا	٥	-	٢٢	٢٥
سنغافورة	٥	٢٤	-	٢٧

الحدود التي يمكن اعتبارها
في المناطق المدارية

وعلى أساس الأبحاث التي اجريت في سنغافورة وإستراليا يمكن ان تبني القيم المعطاة في السطر الأخير من الجدول وتجعلها قابلة للتطبيق في معظم المناخات المدارية. إن رقم ٢٢ و ٢٧ م درجة حرارة مؤثرة في حدود موضحة على المخطط (الشكل ٣٠).

- 1 T Bedford. Warmth factor as comfort at work. Medical Research Council, Industrial Health Research Board, Report No 76 HMSO, 1936
- 2 D E Michals. Thermal sensations of workers in light industry in summer' in *Journal of Hygiene*, 52, 1955 No 112
- 3 C F Yaglou. The comfort zone for man 'in *Journal of Industrial Hygiene*, 3, 1927, 251
- 4 E G A Wiersa. Air conditioning and working efficiency' in *Architectural Science Review*, July 1959, 66-76
- 5 C G Webb. Ventilation in warm climates. BRS Overseas Building Notes, No. 66, March 1960, 2

ويجب أن تحدد منطقة الراحة بحدود سرعات الرياح . فإذا كانت سرعة الرياح أقل من 0.15 م/ث ، وأن كانت بقية الشروط ملائمة فإن معظم الناس سيعانون من فساد الهواء (لسوء التهوية) . ولسرعات فوق 1.5 م/ث فإن حركة الرياح يمكن أن ينتج عنها آثار جانبية أو ثانوية يمكن أن تكون مزعجة ، مثل تطاير الأوراق أو انقلاب بعض الأدوات مثيرة الغبار . هذا ليس حذاً ثابتاً تحت ظروف حارة ورطبة فإن الناس يتقبلون هذا الازعاج بمقدار ما يترك من الراحة الحرارية ، ولكن ليس تحت تأثير ظروف مناخية أقل حدة . وتتخذ القيمة المتوسطة 1.5 م/ث .

ولهذا فإن الشكل الرباعي المظلل في الشكل (٣٠) يحدد بخطوط درجة الحرارة المؤثرة المعدلة (CET) 22° م و 27° م وبخطوط سرعتين 1.5 م/ث تشير الى منطقة الراحة أو قيم للظروف التي اعتبرت مريحة في معظم المناخات المدارية .

افترض أن قراءة الميزان الحراري الكروي 30° م وقراءة ميزان الحرارة الرطب 26° م (هذه ظروف الأحوال الجوية النهائية المعتادة في الساحل العربي الافريقي) ويوضح الشكل (٣٥) هاتين النقطتين A,B متصلتان بخط مستقيم . من الملاحظ انه بوجود حركة هواء بسيطة أو عديمها ، تكون الظروف المناخية غير مريحة ، وبسرعة هواء مقدارها 0.1 م/ث تعطي درجة حرارة مؤثرة معدلة مقدارها 27.5° م . وبسرعة هواء مقدارها 0.5 م/ث فإن الظروف المناخية يمكن ان تطاق ، على حدود منطقة الراحة ، ولكن عندما تصبح سرعة الهواء 1.5 م/ث فإن الظروف تصبح مريحة ضمن منطقة الراحة وتعطي درجة حرارة مؤثرة معدلة مقدارها 26° م . وإذا أصبحت سرعة الرياح 7 م/ث فإن درجة الحرارة المؤثرة المعدلة تنخفض لأقل من 23° م ولكن هذه الرياح في حد ذاتها تؤدي الى عدم الراحة .

اما في الليل ، وفي الموقع نفسه ، فإن درجة حرارة الميزان الكروي وكذلك لميزان المبتل يمكن ان تكون 23° م (نشير الى 100% رطوبة نسبية) ، موضحة بالنقطتين D,C في الشكل (٣٥) . وهذا يشير الى انه اذا بلغت حركة الهواء ما بين 0.1 م/ث و 0.5 م/ث فإن معظم الأشخاص في هذا الجو يشعرون بالراحة (درجة الحرارة المؤثرة المعدلة CET من $22 - 23^\circ \text{ م}$) ولكن اذا زادت سرعة الرياح فإن الجو يصبح بارداً جداً .

٢,٣,٦

استعمال درجة

الحرارة المؤثرة

المعدلة مثال

وإذا لم تتوافر قراءة الميزان الحراري المبتل، ولكن درجة الحرارة الجافة (DBT) والرطوبة النسبية (RH) معلومة فإن القيمة المناظرة لدرجة الحرارة المبتلة (WBT) يمكن قراءتها من المخطط المناخي (الشكل ١٢، فصل ١، ٢، ٥). وعلى سبيل المثال، فإن درجة الحرارة الجافة (DBT) التي مقدارها ٢٥°م ورطوبة نسبية (RH) ٧٠٪ فإن القيمة المناظرة لدرجة الحرارة المبتلة تساوي ٢١°م.

إذا كانت درجة حرارة الميزان الكروي غير معلومة، وعلمت درجة الحرارة الجافة (DBT)، في حالات كثيرة يمكن افتراض أن درجة حرارة السطح هي نفسها درجة حرارة الهواء، لذا فإن درجة الحرارة الجافة (DBT) يمكن قياسها كدرجة حرارة الميزان الكروي، إذا وُجِدَت مصادر اشعاع قوي، معلوم الشدة، وتقدر درجة حرارة الميزان الكروي بحوالي ١° أعلى من درجة حرارة الهواء لكل ٩٠ وات/م^٢ شدة اشعاع.

إذا جمعت المعلومات الخاصة بمناخ المنطقة (١، ٢، ١٦) وعدلت حسب انحراف مناخ الموقع (١، ٤، ١٥) يمكن عندها تبسيط المعلومات بدمج درجة حرارة الهواء والاشعاع والرطوبة ومعلومات حركة الهواء في رقم واحد يمثل درجة الحرارة المؤثرة المعدلة (CET)، باستخدام المخطط (الشكل ٣٠). وعلى هذا يمكن أن يعمل لايحاجد قيم المعدلات القصوى والمعدلات الدنيا لكل شهر، ويرى بيانياً، بما فيه منطقة الراحة مضافة على الشكل (٣٤).

يمثل الشكل (٣٦) تفاصيل أكبر لتحاليل المناخ في اسلام اباد، مثلاً نجد مناخاً مركباً بثلاثة فصول متميزة، لذلك تم اختبار ثلاثة أيام نمطية في السنة، بحيث نسقت معلومات المناخ في فترات كل ساعتين. وحولت هذه المعطيات الى قيم تمثل درجة الحرارة المؤثرة المعدلة، ورسمت بشكل بياني ليبين التغيرات اليومية في الأيام الثلاث السابقة. وتم التمييز بين الفترات التي تم التعريض فيها والحماية من الهواء، وفي الفصل البارد رصدت فترات بزوغ الشمس.

ومن المعلومات المحلية فقد تم افتراض بان منطقة الراحة تتراوح بين حدود قيم درجة الحرارة المؤثرة المعدلة ١٨°م، ٢٤°م، وترى منطقة الراحة مركبة على الرسم البياني.

٢، ٣، ٧

تحليلات المناخ
باستعمال درجة
الحرارة المؤثرة
المعدلة (CET)

ويوضح الرسم فترة باردة قصيرة في الفصل البارد وعملياً هنالك فترة حارة ثابتة في الفصل الحار الجاف. تتمكّن الهواء من إضفاء بعض الراحة، ولكن عملياً هذا ليس عادةً منظوراً، لأن الرياح تحمل معها الغبار.

إن دراسات مثل هذه تساعد المصمم على توضيح التحكم الوظيفي المتوقع من المبنى وتحديد أسس تصميم المباني.

يمكن تمثيل التغيرات لدرجة الحرارة اليومية والسنوية على مخطط كتوري شبيه بذلك يُوضّح درجات الحرارة فقط (الشكل ١٦).

٢,٣,٨

درجة الحرارة
المؤثرة الموحدة
الخواص (ET)

ولإنشاء مثل هذا المخطط، لا بد من معرفة المعلومات المتعلقة بدرجة حرارة الهواء، والرطوبة ومعدل درجة الحرارة المشعة وسرعة الرياح، ليوم نمطي لكل شهر من أشهر السنة وعلى فترات كل ساعتين. إن هذه المعلومات نادراً ما تكون موجودة. ولكن هنالك عدة افتراضات، وضعت لتبسيط هذا الهدف.

أ) عند اعتبار الأحوال في الفراغات الداخلية، يمكن إهمال الإشعاع الشمسي، ويمكن قياس درجات حرارة الأسطح مثل درجة حرارة الهواء $(DBT = GT)$.

ب) يمكن اعتبار حركة الهواء بمعدل سرعة الرياح الشهرية في جميع الساعات لعمل مجموعة من القيم لدرجات الحرارة المؤثرة (ET)، ولكن لا بد من عمل مجموعة أخرى من القيم محسوبة لأحوال الهواء الساكن، على أن هذا من أسوأ الأحوال.

ج) وعند عدم وجود قيم لكل ساعة أو ساعتين، وتكون القيم المتوسطة لدرجة الحرارة القصوى وقيمها المتوسطة الدنيا متوافرة فيالامكان استخدام حاسب الدرجات الساعية (الشكل ٣٧) لمعرفة القيم المفقودة بواسطته، وذلك باتباع مايلي:

١. خذ قيم معدلات درجات الحرارة القصوى والرطوبة (بعد الظهر) وجه درجة الحرارة الرطبة (WBT) (من المخطط في الشكل ١٢). فمن هذه المعلومات يمكن معرفة قيمة درجة الحرارة المؤثرة القصوى (باستخدام المنحني في الشكل ٣٠). ومنه ضع ناتج القيمة على القياس العلوي.

٢. أخذ معدل درجات الحرارة الدنيا، والرطوبة في الصباح، التي تعرف بدرجة الحرارة الجافة (WBT)، ومنها جد قيمة درجة الحرارة المؤثرة الدنيا - وضعها على المقياس السفلي.

٣. صل النقطتين السابقتين بخط مستقيم، خط درجات الحرارة.

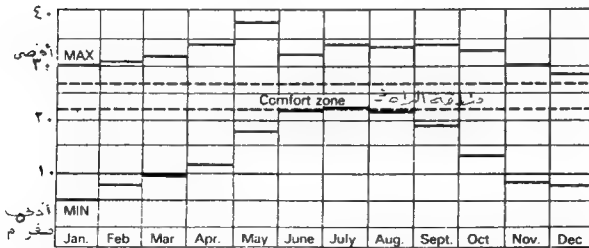
٤. اختر الوقت المطلوب على أحد المقياس العمودية وعلم تقاطع خط درجات الحرارة مع خط الزمن.

٥. اسقط هذه النقطة عمودياً الى : إما المقياس الأعلى أو الأسفل واقرأ قيمة درجات الحرارة المؤثرة (ET).

يبين الشكل (٣٨) مثلاً محلولاً باستخدام معلومات مجدولة. القيم المتوسطة القصوى والقيم المتوسطة الدنيا، لدرجات الحرارة الجافة (DBT) وقيم الرطوبة صباحاً وبعد الظهر موقعة قيم درجات الحرارة الرطبة مأخوذة من الشكل (١٢). القيم القصوى والدنيا لدرجات الحرارة المؤثرة وجدت من الشكل (٣٠) واستخدام الشكل (٣٧) لاستيفاء القيم لكل ساعتين. وحولت النتائج الى المخطط الكنتوري.

ويمكن معرفة استعمالات اضافية لهذه القيم في الفصل ١٤، ٢، ٤.

الشكل (٣٤):
مخطط توزيع
درجات الحرارة
المؤثرة

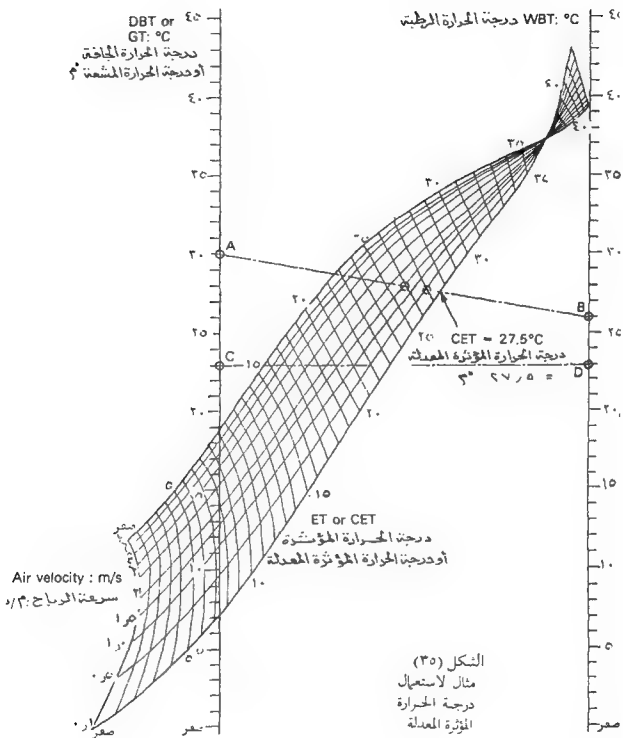


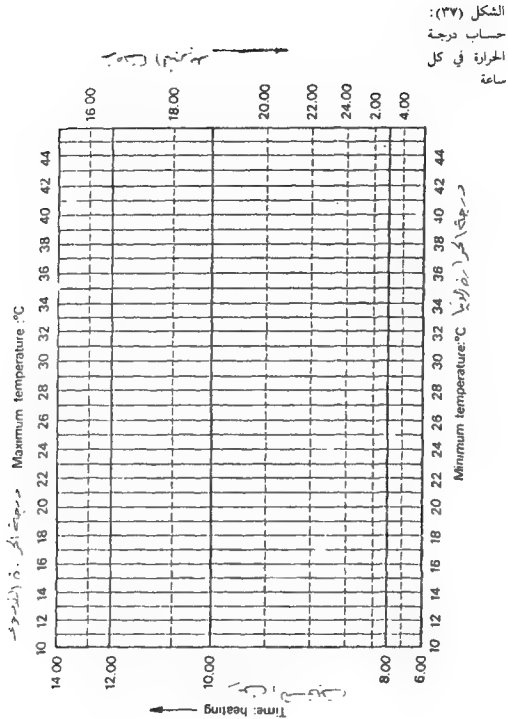
Location: Baroda (72°15'E. 22°15'N 35m)

Maximum - ET based on monthly mean maxima of DBT and p.m. humidity.

Minimum - ET based on monthly mean minima of DBT and morning humidity

Assumed MRT DBT and air velocity less than 0.1 m/s.





الفصل الثالث

مبادئ التصميم الحراري

٣,١ كميات الحرارة

٣,٢ تبادل الحرارة في المباني

٣,٣ تدفق الحرارة الدوري

٣،١ كميات الحرارة

المقدمة	٣،١،١
درجة الحرارة	٣،١،٢
الحرارة	٣،١،٣
كميات حرارية أخرى	٣،١،٤
تدفق الحرارة	٣،١،٥
معدل التدفق الحراري	٣،١،٦
كثافة معدل التدفق الحراري	٣،١،٧
الموصلية	٣،١،٨
علاقة الكثافة	٣،١،٩
المواصلة: (القدرة على التوصيل)	٣،١،١٠
جسم متعدد الطبقات	٣،١،١١
موصلية سطح	٣،١،١٢
المنافذ (معدل الانفاذية)	٣،١،١٣
التجاويف	٣،١،١٤
الحمل (انتقال الحرارة بالحمل)	٣،١،١٥
الاشعاعية (انتقال الحرارة بالاشعاع)	٣،١،١٦
قياس الاشعاعية	٣،١،١٧
درجة حرارة الشمس - هواء	٣،١،١٨
معامل الكسب الشمسي	٣،١،١٩

وهنا، وبعد مسح الظروف الطبيعية المعطاة وبعد اظهار اعتماد الانسان على الظروف الحرارية المناسبة، ولكن قبل تمثيل الوسائل اللازمة للتحكم الحراري، من الضروري توضيح بعض الحقائق الفيزيائية الأساسية المتعلقة بطبيعة الحرارة وطرق انتقالها. لمزيد من التفاصيل فيما يتعلق بالمعالجة التفصيلية للأسس الفيزيائية يمكن الرجوع الى المراجع [٤٠-٤٢]. ولا بد للمصمم من الالمام والمعرفة الأكيدة بهذه الأسس المتعلقة بالحرارة وطرق انتقالها من تلافي الانطباعات الخاطئة الشائعة

٣،١،١
المقدمة

إذا كانت طرق التحكم التي يجب معرفتها على شكل تطبيقي فقط، بدون تحليل المبادئ الأساسية، فإنه لا بد من تذكر بنود كثيرة من المعلومات، وهنا فإن الهدف التعليمي يغدو أكثر صعوبة، ويبقى المصمم في وضع لا يستطيع التعامل فيه مع التقلبات غير الطبيعية.

إن درجة الحرارة ليست في الحقيقة كمية فيزيائية ولكن يمكن القول إنها دلالة على حالة المظهر الحراري الخارجي لجسم ما. إذا انتقلت الحرارة لجسم ما، فإن حركة الجزيئات داخله تزداد، ويظهر الجسم أكثر حرارة. أما إذا انتقلت حركة الجزيئات إلى أجسام أخرى (كالهواء) فإن شدتها في داخل الجسم تقل ويظهر الجسم برودة أكثر.

٣,١,٢
درجة الحرارة

وتقاس درجة الحرارة بمقياس الحرارة المشوي. وقد صنع هذا الجهاز بأخذ نقطتي تجمد وغليان الماء (في ظروف ضغط جوي عادي) نقطتين ثابتين وقسمت المسافة بينهما إلى ١٠٠ درجة.

إن موقعاً ما على هذا المقياس، درجة حرارة جسم بعيد عنها: °م ولكن يعبر عن الاختلاف في درجة الحرارة: بدرجة م. وسوف يشار للمقياسين بدرجة سلسيوس Celsius فالمقياس المشوي المعروف لن يستعمل لأنه مقياس زاوي ويشار إليه في بعض أجزاء هذا الكتاب.

يقسم المستطيل إلى ١٠٠ درجة كل درجة إلى ١٠٠ درجة مئوية):

لذلك إذا كانت درجة الحرارة الداخلية
ودرجة الحرارة الخارجية
فاختلاف في درجة الحرارة يكون

اما إذا كانت درجة حرارة النهار القصوى
ودرجة حرارة الليل الدنيا

فالحارة اليومية لدرجات الحرارة

في الاعمال العلمية يستخدم مقياس كلفن (ك) (او المقياس المطلق حيث الفترات في درجات الحرارة نفسها او الفترات على مقياس سلسيوس المثوي) ولكن نقطة البدء - أو نقطة الصفر - تكون الصفر المطلق - ٢٧٣,١٥° م.

لذلك س درجة م = س درجة ك
ولكن س° م = س + ٢٧٣,١٥° ك

الحرارة شكل من أشكال الطاقة، تظهر على هيئة حركة جزيئات بشكل مادي على شكل حرارة مشعة الكتر ومغنطيسية وهي حزمة يتراوح اطوال أمواجها ما بين ٧٠٠ - ١٠٠٠٠ ن م (نافوميتز).

٣,١,٣
الحرارة

وهي بذلك تقاس بوحدات الطاقة العامة جول (J) (وحدة قياس الطاقة = ١٠ ملايين ارغ).

اشتق الجول من الوحدات الأساسية الثلاثة:

الطول : متر (م)

الكتلة : كيلوغرام (كغم)

الزمن : الثانية (ث)

وبشكل منطقي مترابط كمايلي:

أ) السرعة : حركة وحدة الطول في وحدة الزمن متر لكل ثانية (م/ث).
ب) التسارع : وحدة تغير السرعة في وحدة الزمن م/ث = متر لكل ثانية مربعة م/ث².

ج) القوة : التي يمكنها أن تحدث تسارع لجسم له وحدة كتلة م/ث² × كغم = كغم م/ث² هذه الوحدة أعطيت اسماً خاصاً (نيوتن).

ملاحظة : بما أن تسارع الجاذبية هو ٩,٨ م/ث² فان تسارع القوة المؤثرة على كتلة ١ كغم (وزن ١ كغم أو ١ كغم ق (كيلو غرام - قوة) هي ٩,٨ ن (نيوتن). وينصح بحذف مصطلح الوزن (والحديث عن الكتلة أو القوة) حيث تذهب حقيقة إن وحدات الكتلة كغم أو رطل ليست نفسها وحدات القوة كغم أو رطل. وحقيقة الوزن أنه تسارع جاذبية وحدة الكتلة، وهذا الاستعمال يجب أن لا يستمر.

د) الشغل : تنقل وحدة شغل اذا اثرت وحدة قوة على وحدة طول (اذا كان الجسم ذا كتلة ١ كغم يعطي سرعة م/ث في الثانية في ١ م حركة)، وهكذا فان وحدة الشغل هي :
 $١ \text{ م} \times \text{م} / \text{ث}^2 = \text{كغم م}^2 / \text{ث}^2$ هذه الوحدة أعطيت اسماً خاصاً : الجول.
هـ) الطاقة : الجهد او السعة لحمل شغل معين، ولذلك فهي تقاس بوحدات الشغل نفسها.

استخدمت في السابق وحدات خاصة لقياس الحرارة، حتى وان استعمل مقياس الجول لقياس أشكال أخرى من الطاقة. الوحدات الحرارية البريطانية (BTU) : عرفت انها كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة رطل واحد من الماء درجة مئوية واحدة.
الكيلو كالوري (Kcal) : عرف أنه كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة كغم واحد من الماء درجة مئوية واحدة.

وكلا المقياسين السابقين مهجور. ويمكن تحويل المعلومات القديمة الى وحدات عالمية (SI) باستخدام المعاملات التالية :

٣,١٠٤
كميات حرارة أخرى
يجب تعريف كميات حرارة أخرى قبل المتابعة والتعمق، بحيث يتم الإشارة إليها في الأجزاء التالية :
الحرارة النوعية لمادة ما هي : كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة وحدة الكتلة من المسادة درجة مئوية واحدة وتقاس بالجول / كغم درجة م
(J/ kg deg C).

وكلمنا زادت الحرارة النوعية لمادة ما، كان هناك امتصاص للحرارة أكبر لزيادة معلومة في درجة الحرارة. ويعتد الماء صاحب أكبر حرارة نوعية بين المواد الشائعة : ٤١٨٧ جول / كغم درجة م.

وللغازات حرارة نوعية تعرف بالحجمية وعادة ما تعطي بالجول / م^٣ درجة م.
٠٢

الحرارة النوعية الحجمية للهواء حوالي ١٣٠٠ جول / م^٣ درجة م (وتختلف باختلاف درجات الضغط والرطوبة).

الحرارة الكامنة : هي كمية الطاقة الحرارية الممتصة من وحدة الكتلة من المادة عند تغير الحالة (من الصلابة الى السيولة او من السيولة الى الغازية) بدون تغير في درجة الحرارة. وهي تقاس بوحدات الحرارة الكامنة للماء وهي :
الانصهار (صفر°م جليد - صفر°م ماء)

٣٣٥ كيلو جول / كغم

التبخير على ١٠٠°م ٢٢٦١ كيلو جول / كغم

للتبخير جـ ٢٠°م ٢٤٠٠ كيلو جول / كغم

عند تغير الحالة بطريقة عكسية فان نفس كمية الحرارة تطلق .

السعة الحرارية لجسم ما هي : ناتج الكتلة والحرارة النوعية لمادته، وتقاس بكمية الحرارة اللازمة لتسبب زيادة مقدارها وحدة درجة حرارة للجسم في وحدة جول / درجة م .

القيمة الحرارية : وهي كمية الحرارة التي تطلقها وحدة كتلة من الوقود أو مادة الطعام عند احتراقها التام وتقاس بالجول / كغم .
القيمة الحرارية لكل حجم تقاس جول / م^٣ .

تميل الطاقة الحرارية للتوزيع المنتظم حتى تصل الى حالة من التوزيع المنتظم في الحقل الحراري . حيث تندفق من المناطق ذات الدرجات العالية الحرارة الى المناطق الأقل حرارة باحدى الطرق التالية أو بجمعها :

٣,١,٥
تدقق الحرارة

conduction	التوصل
convection	الحمل
radiation	الاشعاع

إن القوة المحركة لتدقق الحرارة باحدى الطرق السابقة هي الفرق في درجات الحرارة بين المنطقتين أو المساحتين . وكلما زاد الاختلاف في درجات الحرارة زاد معدل تدقق الحرارة .

الخطوط العريضة للمبادئ، الفيزيائية والكميات التي لها علاقة سوف تناقش في الفقرات التالية، وكذلك طرق الحسابات لتدقق الحرارة ستذكر في فصل ٢ و ٣ .

القدرة : هي امكانية القيام بعمل معين في وحدة الزمن : وتقاس

بالجول لكل ثانية (J/S) ، وتسمى باسم خاص : واط (watt) .

إذا عمل عملا ما في وحدة الزمن ، او استنفذت وحدة طاقة في وحدة زمن ، فاننا نحصل على وحدة قدرة . وهكذا اذا فكرنا بالقدرة على أنها معدل الطاقة المستنفذة ، فيمكن أن ننظر اليها على أنها الوحدة نفسها التي يمكن استخدامها لقياس معدل تدفق الطاقة . وهذا التدفق للطاقة يمكن أن يكون تدفقا للحرارة خلال الحائط أو الحرارة المزالة من وحدات التبريد أو الحرارة المشعة الصادرة من مشع كهربائي أو الحرارة الكهربائية المتدفقة من مصباح كهربائي أو الطاقة الصوتية الصادرة عن جهاز مكبر صوت أو الطاقة الدوارة الناتجة من محرك كهربائي أو محرك سيارة . وفي جميع هذه الحالات فان الطاقة تتدفق أو تستنفذ ، ويكون معدل التدفق الذي نقيسه هو الواط .

الواط له القياس الفيزيائي نفسه كالوحدات الحرارية البريطانية (BTU/h) أو الكيلوكالوري / ساعة (Kcal/h) أو الأرج / ثانية (erg/s) أو حصان (horsepower (hp) . يمكن استخدام المعاملات التالية لتحويل المعطيات المستخدمة قديما :

$$1 \text{ hp (British) } = 745.7 \text{ W}$$

$$1 \text{ hp (metric) } = 735.5 \text{ W}$$

$$1 \text{ Btu/h } = 0.293 \text{ W}$$

$$1 \text{ Kcal/h } = 1.163 \text{ W}$$

$$1 \text{ erg/s } = 10^{-7} \text{ W}$$

$$1 \text{ ton of refrigeration } = 3516 \text{ W}$$

إن الأمر المشترك بين هذه الوحدات جميعا هي وحدات الطاقة لكل وحدة زمن والتي يمكن أن تكون ثانية أو ساعة أو يوما كما في الوقت السابق . (واحد طن من التبريد هو القدرة المبردة لواحد طن (الطن الأمريكي ٢٠٠٠ رطل) من الثلج لتذاب في زمن مقداره ٢٤ ساعة) . وبما أن الرطل من الثلج يحتاج الى ١٤٤ وحدة حرارية بريطانية (BTU) ليتحول الى ماء في درجات الحرارة نفسها .

$$١ \text{ طن تبريد} = \frac{٢٠٠٠ \times ١٤٤}{٢٤} = ١٢٠٠٠ \text{ وحدة حرارية بريطانية}$$

$$٠,٢٩٣ \times ١٢٠٠٠ = ٣٥١٦ \text{ واط}$$

سوف تستخدم الكيلواط (KW) في معظم التطبيقات العملية كيلواط واحد = ١٠٠٠ واط .

٣,١,٧ كثافة معدل تدفق الحرارة وتستخدم وحدة الواط أو الكيلواط عند قياس المعدل الكلي لتدفق الحرارة من وحدة معرفة (مثل فقدان الحرارة من بناية أو ونتاج خرج غلاية ، أو الاشعاع من نافذة مضيئة ، أو الحرارة المزالة بواسطة وحدة تبريد) .

وفي حالات كثيرة، لا توجد مساحة معرفة يمكن بها تقدير التدفق الحراري مثال: الاشعاع الشمسي أو التدفق الحراري من حائط غير محدد المقاس . في مثل هذه الحالات يمكن قياس معدل تدفق الحرارة بالنظر لوحدة المساحة: أي كثافة معدل التدفق الحراري (لكل قرين: الكثافة السكانية: الوحدات لكل وحدة مساحة). وحدة القياس هو الواط لكل متر مربع: W/m^2 . استخدمت كلمة الشدة مرادفة للكثافة، لذا فإن شدة الصوت أو شدة الاشعاع الشمسي تقاس بالواط لكل متر مربع (W/m^2) .

٣,١,٨ التوصيلية التوصيل عبر الجسم عن طريق الاتصال المباشر. ان انتشار حركة الجزيئات تؤدي الى تدفق الحرارة. ويختلف معدل انتشار حركة الجزيئات باختلاف المواد. وتوصف به المادة من حيث توصيلها للحرارة (او قيمة K) . وتقاس بمعدل تدفق الحرارة (تدفق الطاقة في وحدة الزمن) في وحدة المساحة من وحدة السبائك للمادة، عندما يكون الفرق بين سطحي المادة وحدة درجة حرارة. فتكون وحدة القياس عندئذ واط. م/م^٢ درجة م، ($W/m^2 \text{ deg C}$) . وهذا يمكن تبسيطه فتصبح واط / م درجة مئوية ($W/m \text{ deg C}$) .

وتراوح هذه القيمة ما بين ٠,٠٣ واط / م درجة مئوية للمواد العازلة، وإلى حوالي ٤٠٠ واط / م درجة مئوية للمعادن، وكلما قلت التوصيلية كانت عازلة بشكل أفضل للحرارة (الممانعة الحرارية) التي هي معكوس هذه القيمة ($1/K$) وتقاس بوحدة م درجة مئوية / واط ($m \text{ deg C/W}$) . المواد العازلة الجيدة لها قيم عالية للممانعة. يمكن الرجوع الى الملحق رقم ١، ٥ لقيم التوصيلية والممانعة لمواد مختلفة .

يجب ملاحظة أن الكثافة غالباً من تؤخذ على أنها مؤشر للتوصيلية : فالمواد ذات الكثافة العالية لها توصيلية او قيمة (K) عالية ، ولكن لا توجد علاقة مباشرة ولا علاقة سببية بين الكميتين . فسبب العلاقة الظاهرية أن قيمة توصيلية الهواء قليلة ، ولما كانت المواد الخفيفة مسامية في الغالب ، فهي تحوي كمية هواء أكبر ، وتكون توصيليتها صغيرة . وهنالك ، على كل حال ، استثناءات كثيرة وعلى سبيل المثال :

المادة	الكثافة كغم/م ^٣	التوصيلية واط/درجة م
مطاط ممدد Expanded ebonite	٦٤	٠.٠٢٩
صوف زجاجي Glass wool mat	٢٤	٠.٠٤٢
خرسانة الخبث المعدني الرغوية	١٢٨٠	٠.٣٣٨
خرسانة صلصالية ممددة	١٢٠٠	٠.٤٦٠
Expanded Clay Concrete		
فولاذ Steel	٧٨٠٠	٥٨
النيوم Aluminium	٢٧٠٠	٢٢٠

ففي كل زوجين من المواد السابقة تكون المادة الثانية أخف من الأولى ولكنها ذات قيمة توصيلية أعلى . والعلاقة السابقة (زيادة الكثافة مؤشر على زيادة التوصيلية) صحيحة بالنسبة للمواد التي هي من النوع نفسه ، ولكن بكثافات مختلفة ، أو للمادة نفسها بكثافات مختلفة ، نتيجة للاختلاف في محتوى الرطوبة .

توصيلية الماء	٠.٥٨٠ واط / م درجة م
توصيلية الهواء	٠.٠٢٦ واط / م درجة م

ولذلك ، اذا كان الهواء الموجود في فراغات المادة قد استبدل بماء ، فان توصيلية المادة تزداد بشكل كبير . وقد أجريت عدة اختبارات على بلاطة عازلة من الاسبستوس وكانت نتائجها كما يلي :

الوصف	الكثافة كغم / م ^٣	التوصيلة واط / م درجة م
جاف	١٣٦	٠,٠٥١
مبلول	٢٧٢	٠,١٤٤
منقوع	٤٠٠	٠,٢٠٣

وكلما كانت المادة ذات مسامات اكبر ازدادت التوصيلية بازدياد محتوى الرطوبة.

ولما كانت التوصيلية (Conductivity) والممانعة (Resistivity) هي أهم خواص المادة، فإن الخواص المناظرة لجسم معين ذى سماكة معلومة توصف بالموصلة (Conductance, C) أو معكوس المقاومة (Resistance, R).

$$C = \frac{1}{R}$$

وتعرف الموصلة بأنها معدل تدفق الحرارة في وحدة المساحة من الجسم (اي كثافة معدل تدفق الحرارة) عندما يكون الاختلاف في درجات الحرارة بين سطحي المادة بمقدار درجة مئوية واحدة. ووحدتها واط / م^٢ درجة م (W/m² deg c). بينما تقاس المقاومة م^٢ درجة م (m² deg C/W).

إن مقاومة جسم ما، هي ناتج السماكة والممانعة المادية:

$$R = b \times \frac{1}{K} = \frac{b}{K}$$

حيث b هي السماكة بالمتر (وحدتها م^٢ درجة م / واط (m² deg C/W).

إذا كان الجسم مكوناً من عدة طبقات من مواد مختلفة، فإن مقاومتها تعادل مجموع مقاومات كل طبقة على حدة. فتكون الموصلة لهذا الجسم متعدد الطبقات (b_c). بمقدار معكوس المقاومة في الطبقات كافة.

$$\frac{1}{R_b} = \frac{\sum b_i}{K} \quad C = \frac{1}{R} = \frac{1}{\sum b_i / K}$$

$$R_b = R_1 + R_2 + R_3, \dots$$

$$= \frac{b_1}{K_1} + \frac{b_2}{K_2} + \frac{b_3}{K_3}$$

الجسم متعدد الطبقات

ويجب ملاحظة أن المواصلات النهائية لا تكون المجموع لمواصلات المواد المختلفة ولكن المقاومة فقط هي التي تجمع .

إضافة للمقاومة الناتجة من الجسم نظراً لتدفق الحرارة، فإن أسطح الأجسام تبدي نوعاً من المقاومة أيضاً، حيث توجد طبقة رقيقة من الهواء تحجز الجسم عن الهواء المحيط به وهي تقاس بالمقاومة السطحية أو المقاومة الفلمية (Surface or film resistance) وهي تعني أو تسدل :

حيث : (f) هي المواصلات السطحية أو الفلمية W/m^2 (deg C) ان المواصلات السطحية تحتوي أيضاً على مركبات الحمل والإشعاع في تبادل الحرارة بين الأسطح .

لقد تم في الفقرات السابقة مناقشة تدفق الحرارة من سطح في الجسم الى سطح آخر (وهكذا أخذ الفرق في درجات الحرارة بين سطحين) . وقد عرفت المواصلات بهذه المصطلحات . اما اذا روعي تدفق الحرارة من الهواء خلال الجسم ثم الى الهواء في الجهة الأخرى، فإن مقاومة السطحين يجب أخذها في الاعتبار .

المقاومة الكلية من الهواء الى الهواء (R)

(air to-air resistance)

تساوي مجموع مقاومة الجسم ومقاومات الأسطح

$$R_a = \frac{1}{f_1} + R_b + \frac{1}{f_0}$$

حيث : $1/f_1$ المقاومة الداخلية للسطح
 R_b مقاومة الجسم
 $1/f_0$ المقاومة الخارجية للسطح

وتقاس جميع قيم المقاومة على هذا النحو : $^{\circ}C / m^2$ واط

إن مقدار المواصلات السطحية أو الفلمية (f) يتعلق بنوعية الأسطح وسرعة الهواء المار بالسطح . ان القيم الصالحة للمناخات المعتدلة، وفي ظروف الشتاء موضحة في ملحق ٢، ٥، أما القيم الموضحة في الملحق ٣، ٥ فهي صالحة للاستعمال في المناخات الدافئة .

٣٠١٠/١٣

المنافذ أو
معامل الانفاذية

ان معكوس مقاومة الهواء - الهواء هي منافذ الهواء الى الهواء (air-- air transmittance) أو القيمة (U) $\frac{1}{R_a}$

وهي تقاس وحدات الموصلية نفسها واط / م² درجة م (W/m² deg C) والتغير الوحيد هنا أن الاختلاف في درجة الحرارة (وليس الاختلاف في درجات حرارة الأسطح) سوف يؤخذ في الحسبان .

هذه القيمة غالباً ما تؤخذ في معضلات الكسب والفقد الحراري للمبنى نظراً لأن استخدامها قد يسط الحسابات كثيراً . قيم (U') المستخدمة في الانشاءات موضحة في ملحق ٥ ، ٤ ، ولكن اذا كانت قيمة (U) لمنشأ معين غير محددة في الجداول ، فان حسابها ممكن من معاملات مكوناتها [٤٠] . انظر ايضا ٣ ، ٢ ، ١٢ .

٣٠١٠١٤

الفراغات

اذا احتوى جسم ما على فراغات هوائية تسمح بانتقال الحرارة خلالها . فان ذلك يضيف حاجزاً آخر في ممر الحرارة . ويقاس بمقاومة التجويف [Cavity resistance (R_c)] التي يمكن ان تضاف الى المقاومات الاخرى الموصوفة في الفقرات السابقة . وفي الغالب ، فان قيمة (dc) فراغ ماء ، يمكن أن تساوي مجموع المقاومة السطحية الداخلية والخارجية 0.176 m² deg C/w ولكنها في العادة تكون أقل ولا سيما اذا كان الفراغ أقل سماكة من ٥٠ مم ، او اذا كانت الظروف مناسبة لحدوث تيار حمل في الفراغ . ويمكن لهذه القيمة أن تتحسن بشكل ملحوظ اذا علق رقيقة من الألمنيوم في الفراغ بحرية ، سوف توضح وظيفة هذه الرقيقة عندما نناقش تأثير الاشعاع .

ملاحظة : قيم مقاومة الفراغ (ومعكسوها ، موصلية الفراغ) موضحة الملحق ٥ ، ٥ .

٣٠١٠١٥

انتقال الحرارة
بالحمل

تنتقل الحرارة بالحمل (Convection) من حركة الجسم بفضل وسيط حامل ، وعادة ما يكون غازاً أو سائلاً ويمكن ان تكون هذه الحركة ذاتية (نتيجة للقرى الحرارية فقط ، او الاختلاف في درجات الحرارة ، فانها تؤدي الى اختلاف الكثافة ، وتؤدي الى تيار حمل ، مثل ما يحدث في حركة الرياح) أو دفعاً ناتجاً عن استخدام قوة .

ان معدل انتقال الحرارة بالحمل يعتمد على ثلاثة عوامل :

١ . اختلاف درجة الحرارة (الاختلاف في درجات حرارة الوسيط بين النقط الحارة والباردة).

٢ . معدل حركة الوسط الناقل وتقاس بالكغم / ث او م^٣/ث .

٣ . الحرارة النوعية للوسيط الناقل ويقاس بالجول / كغم درجة م او جول / م^٣ درجة م (J/kg deg C or J/m³ deg C) وسوف تستخدم هذه القيم عند حساب الحرارة المفقودة بالتهوية او في حسابات التبريد . (الحرارة المنقولة بالنقل من جسم خلال وسيط ، الى جسم آخر يعبر عنها بمعادلة اخرى اكثر تعقيداً ، ليست ضرورية لأهدافنا) .

تنتقل الحرارة بالإشعاع ويعتمد معدل تدفق الحرارة على درجة حرارة الاسطح المطلقة او المصدرة والمستقبلة وعلى خواص معينة لهذه الأسطح : الاصدار او القدرة المنبعثة من وحدة السطح (emittance) وخاصة الامتصاص (absorbance) . ان الاشعاع المستقبل من سطح ما ، يمكن أن يمتص جزء منه وينعكس جزء آخر : ويعبر عن النسبة بين هذين المركبين بمعامل الامتصاص (a)

٣،١،١٦
الاشعاع

(absorption coefficient) ومعامل الانعكاس (r)
(reflectance) ويكون مجموع هذين المعاملين دائماً واحداً : $a + r = 1$

اما معاملات الانعكاس للأسطح ذات الألوان الفاتحة ، والملاء واللامعة عالية . وتكون للسطح النظري الأبيض عامل الانعكاس هو ١ ويكون معامل الامتصاص حينئذ صفراً (صفر) $a = 0$ و $r = 1$.

ويكون معامل الانعكاس للسطح النظري الاسود يساوي واحداً $a = 1$ و $r = 0$.

وبين الملحق ٥ ، بعض قيم معامل الانعكاس لبعض أسطح المباني .

ويكون معامل الانبعاث او معامل الاصدار (emit-tance coefficient (e ويعبر عن كمية الحرارة التي سوف يصدرها (بعلاقتها مع الجسم الأسود والنظري حيث $e = 1$) جسم أو سطح معين . وتساوي قيمته نفس قيمة معامل الامتصاص $a = e$ لنفس اطوال موجات الاشعاع ولكنها ربما

تختلف باختلاف اطوال الموجات. ويعتمد طول موجة الاشعاع المنبعث على درجة حرارة السطح المصدر او الباعث. وترسل الشمس التي تتراوح درجة حرارة سطحها حوالي 6000°C موجات الاشعة القصيرة تحت الحمراء (وموجات أقصر، فوق البنفسجية) ولكن الأجسام ذات درجات الحرارة الأرضية. (صفر - 50°C) تصدر موجات الأشعة تحت الحمراء في موجات طويلة. ولذلك فان امتصاص الأجسام لأشعة الشمس لن يكون واحدا في الحالتين.

المادة	معامل امتصاص الأشعة الشمسية	معامل اصدار
	a	e
أسطح مدهونة	0.9 - 0.8	0.3 - 0.1
معادن لامعة	0.2 - 0.05	0.3 - 0.1

القيمة العملية لهذا هي اذا وُجِدَ سطحان وتعرضا لأشعة الشمس، فان كلا منهما سوف يعكس ويمتص كمية الحرارة نفسها، ولكن السطح المدهون باللون الأبيض سوف يعكس كمية حرارة أكبر من الحرارة الممتصة، بينما السطح المعدني اللامع سوف لا يصدر شيئا منها. ولذلك فان درجة حرارة الأخير سوف تكون أعلى.

تستخدم الصفائح المعدنية اللامعة، بنجاح للعزل في الأماكن التي يكون انتقال الحرارة فيها بالاشعاع. ان الصفائح المعدنية السائبة أو غير المثبتة في الفراغات تعكس كمية كبيرة من الحرارة المشعة الساقطة، واذا ما امتصت جزءاً من الحرارة فانها سوف تعكسها مرة ثانية.

يمكن ان تقاس الطاقة الاشعاعية على سطح مستوى بواسطة بعض الأجهزة وتوصف شدتها بالواط / m^2 (W/m^2) (انظر ١ و ٢ و ١٠). اما في حالة توافر عدد من المصادر فانه سيحدث نمط انعكاس معقد، ويصعب تحديد هذا الوضع باستخدام هذه الحدود أو القيم. ان مثل هذا الوضع يمكن أن يحدد باستخدام معدل درجة حرارة الاشعاع (mean radiant temperature) أو قراءة درجة حرارة الميزان الكروي (MRT) (انظر ٢، ٣، ٢).

١٣، ١٠، ١٧

قياس الاشعاع

٣.١.١٨

درجة حرارة

الهواء الشمس

sol-air

Temperature

وعند الرغبة في تصميم المبنى يفضل جمع أثر الحرارة المشعة الساقطة في المباني مع أثر الهواء الساخن، ويمكن تحقيق ذلك باستخدام فكرة درجة حرارة الهواء - الشمس وهي قيمة درجة الحرارة التي تحقق التأثير الحراري نفسه كالاشعة الساقطة المختبرة، وهذه القيمة تضاف الى درجة حرارة الهواء .

$$T_s = T_o + \frac{I \times a}{f_o} \quad \text{حيث :}$$

T_s : درجة حرارة الهواء - الاشعاع، °م

T_o : درجة حرارة الهواء الخارجي، °م

I : شدة الاشعاع، واط / م^٢

a : امتصاصية السطح

f_o : موصلية السطح الخارجي، واط / م^٢ درجة م.

وقد وضحت فكرة الموصلية في الجزء ٣، ١، ١٢. وعلى كل حال يجب ملاحظة أن الانخفاض في مقدار (f_o) يساعد في تقليل الفقد الحراري، وذلك في المناخ البارد أما في المناخ الدافئ (في الظروف التي يحدث فيها كسب حراري من الشمس) فإن ارتفاع قيمة الموصلية السطحية (f_o) يؤدي الى تقليل الفترات الشمسية الحارة. والسبب هو أن الأشعة الساقطة تزيد من درجة الحرارة السطحية فوق درجة حرارة الهواء، لذلك فإن جزءاً من الحرارة سينتشت في الهواء الخارجي فوراً. وكلما زادت قيمة الموصلية السطحية (f_o) زادت كمية الحرارة المبددة قبل أن تهرب بعيداً بواسطة التوصيل عن طريق مادة الحائط.

قد يكون من المفيد ان نأخذ في الحسبان مدى التأثير المشترك لانعكاسات الأسطح والعزل الحراري، وذلك لغرض تقليل الكسب الحراري الشمسي. فان سطحاً اسوداً ماصاً مع عزله جيد، يمكن أن يكون مؤثراً في سطح له عاكسية أكبر (من السطح الأول) ولكن عزل أقل. (جسم ذو عزل جيد واسطح لها معامل انعكاس عال بالطبع أفضل من الجسمين السابقين.)

٣.١.١٩

معامل الكسب

الشمسي

من معادلة درجة حرارة الهواء - الشمس فإن درجة الحرارة تساوي الكسب الحراري (مقدار الزيادة في درجة حرارة الهواء - الشمس) وهي :

$$T_s - T_o = \frac{I \times a}{f_o}$$

لذلك فان معدل تدفق الحرارة الاضافي (q) لكل وحدة مساحة (يسببها الاشعاع) هو:

$$q = \frac{I \times a}{f_o} \times U \quad (\text{in } W/m^2)$$

من هذه المعادلة فان معامل الكسب الحراري هو:

$$\frac{q}{I} = \frac{a \times U}{f_o} \quad \left(\frac{W/m^2}{W/m^2} \right) \quad \text{بدون وحدة}$$

ويعرف معامل الكسب الحراري أنه معدل تدفق الحرارة خلال المبنى يسبب الاشعاع الشمسي كجزء من أشعة الشمس الساقطة. وبما أن هذا المقدار يمكن أن ينسب الى زيادة في درجة حرارة السطح الداخلية، فان متطلب الأداء يمكن أن يقام على أساس عملي، وذلك باستخدام معامل الكسب الشمسي.

ويجب الا يزيد مقدار هذا المعامل عن ٠,٠٤ في المناخات الدافئة الرطبة او ٠,٠٣ في الفصل الحار الجاف في المناخات المركبة، عندما تقلل التهوية. ومن المعقول افتراض مقدار ثابت لموصلية السطح الخارجي مثل

وهكذا يمكن تأسيس قِيَمًا بهدف إيجاد $a \times U$

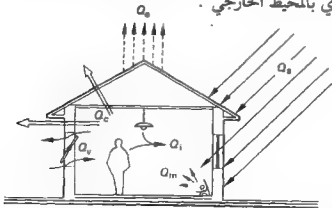
وصف المناخ	معامل الكسب الشمسي	$a \times U$
	Solar gain factor	
مناخ دافئ رطب	٠,٠٤	٠,٨
الفصل الحار الجاف (مناخ مركب)	٠,٠٣	٠,٦

٣, ٢ التبادل الحراري في المباني

- ٣, ٢, ١ عمليات التبادل الحراري
- ٣, ٢, ٢ التوصيلية
- ٣, ٢, ٣ الحمل
- ٣, ٢, ٤ الاشعاع خلال النوافذ
- ٣, ٢, ٥ الكسب الحراري الداخلي
- ٣, ٢, ٦ التدفئة والتبريد
- ٣, ٢, ٧ التبخير
- ٣, ٢, ٨ حساب الفقد الحراري
- ٣, ٢, ٩ حساب الكسب الحراري
- ٣, ٢, ١٠ التبريد بواسطة الهواء
- ٣, ٢, ١١ التدفئة بواسطة الهواء
- ٣, ٢, ١٢ النفاذية خلال الحوائط المركبة
- ٣, ٢, ١٣ التدرج الحراري
- ٣, ٢, ١٤ التكثيف
- ٣, ٢, ١٥ التصميم الحراري

لقد تم اعتبار جسم الانسان على أنه وحدة معرفة (الفصل ٢, ١, ٤) وحللت عمليات التبادل الحراري بالمحيط. ويمكن كذلك اعتبار المبنى، بطريقة مماثلة، على أنه وحدة معرفة ويمكن اختبار عمليات التبادل الحراري بالمحيط الخارجي :

٣, ٢, ١
عمليات التبادل
الحراري



الشكل (٣٩):
التبادل الحراري
في المباني

$$Q_i + Q_e \pm Q_c \pm Q_v \pm Q_m - Q_s = 0$$

أ (يمكن أن يتم نقل الحرارة بواسطة التوصيل (conduction) خلال الحوائط الى الداخل او الى الخارج، ويعتمد معدل ذلك على عامل يطلق عليه (Q_c) (عوامل الحمل والتوصيل في نفاذية الحرارة نفسها على السطح سترد عند الحديث عن النفاذية).

ب (وقد عبر في السابق عن تأثير الاشعاع الشمسي على الاسطح المائلة باستخدام مفهوم درجة حرارة الهواء - الشمس، ولكن خلال نفاذية الاسطح (الشبابيك) يجب استخدام مفهوم الكسب الحراري الشمسي منفصلاً. ويمكن أن يعبر عنه بـ (Q_s) .

ج (قد يحدث التبادل الحراري في الاتجاهين (الى الداخل و الى الخارج) بفضل حركة الرياح (اي التهوية)، وسوف يعبر عن معنى ذلك بـ (Q_r) .

د (يمكن أن يحدث كسب حراري داخلي نتيجة للحرارة الناجمة عن أجسام المخلوقات وحدات الإنارة، والمحركات وتطبيقاتها. ويمكن أن يعبر عنه بـ (Q_i) .

هـ (ويمكن أن يكون هنالك ادخال او اخراج حراري مقصود (بالتدفئة او التبريد) وذلك باستخدام احدى طرق توريد الطاقة الخارجية. يعبر عن تدفق الطاقة من أجهزة التحكم الميكانيكي بواسطة (Q_m) .

و (وأخيراً اذا حدث تبخير على أسطح المبنى (مثل نافورة السطح) أو ضمن المبنى (عرق الانسان أو من نافورة) وإزيل التبخر، فإن هذا سوف ينتج تأثيراً بارداً، وسوف يعبر عن معدل ذلك بـ (Q_e) .

ويكون الميزان الحراري : أي أن الظرف الحراري الحالي سوف يبقى اذا كانت:

$$Q_1 + Q_s \pm Q_c \pm Q_m - Q_e = 0$$

اذا كان ناتج جمع هذه المعادلة أقل من صفر (سالبا) فإن المبنى يبرد واذا كان أكبر من صفر فإن درجة الحرارة في المبنى سترتفع.
وستناقش هذه العوامل في الفقرات التالية :

يعبر عن معدل تدفق الحرارة بالتوصيل خلال حائط ذي مساحة معلومة
المعادلة التالية $Q_v = 1300 \times V \times \Delta T$

٣، ٢، ٢
التوصيلية

حيث : Q_c = معدل تدفق الحرارة بالتوصيل، بالواط
 A = مساحة السطح، م²

U = قيمة معامل النفاذية واط/م
 $(W/m^2 \text{ deg C})$
 T = الفرق في درجات الحرارة.

اما لكامل المبنى، حيث تتدخل عناصر مختلفة وقد تكون درجة الحرارة مختلفة من جهة الى أخرى، فان المعادلة السابقة تحل لكل عنصر ثم تضاف بعد ذلك النتائج.

اذا اعتبر الفقد الحراري في المبنى فان:

$$\Delta T = T_i - T_o$$

واذا حسب الكسب الحراري، لمبنى مكيف هوائيا على سبيل المثال
فان:

$$\Delta T = T_o - T_i$$

واذا تعرض أحد الأسطح الى الاشعاع في الحالة الأخيرة فان:

$$\Delta T = T_s - T_i$$

حيث T_i : درجة الحرارة الداخلية.

يعتمد معدل تدفق الحرارة بالحمل من داخل المبنى الى الهواء على معدل الحمل (انتقالية ٣,٢,٣)
التهوية: أي تغيير الهواء. ويمكن أن يكون تسرب الهواء تلقائيا أو تهوية مقصودة. وتعطي معدل التهوية بالمتر المكعب/ ثانية وتوصف معدل تدفق الحرارة بمعدل التهوية بالمعادلة

حيث Q_v = معدل تدفق الحرارة بواسطة التهوية، واط

$$Q_v = 1300 \times V \times \Delta T$$

الهواء ١٣٠٠ = الحرارة النوعية الحجمية جول / م³ / درجة م (J/m³ deg C)

C)

V = معدل التهوية، م³/ث

T = الفرق في درجات الحرارة، درجة م (deg C)

إذا كان عدد مرات تغير الهواء في الساعة (N) معروفاً، فإن معدل التهوية يمكن إيجادها على النحو التالي:

$$V = \frac{N \times \text{room volume}}{3600}$$

معدل التهوية = V
3600 : عدد الثواني في الساعة.

إذا عرفت شدة الاشعة الشمسية (I) الساقطة على مستوى النافذة، وهذا في حد ذاته يدل على قيمة كثافة معدل تدفق الطاقة (واط / م²)، تضرب هذه القيمة بمساحة الفتحة (م²) لنصل الى معدل تدفق الحرارة بالواط. ٣,٢,٤ الاشعاع خلال النوافذ

وهذا هو معدل تدفق الحرارة خلال فتحة غير مزججة. واما النافذة المزججة فان هذه القيمة سوف تقلل فيها، وذلك بسبب الكسب الشمسي (θ)، الذي يعتمد على نوعية الزجاج وعلى زاوية السقوط. وبين الشكل (٥٥) بعضاً من قيم (انظر ايضا ٩,٢,٤).

ويمكن وضع معادلة تدفق الحرارة الشمسية كمايلي :

$$Q_s = A \times I \times \theta$$

حيث A = مساحة النافذة، م²
I = كثافة تدفق حرارة الاشعاع بالواط / م²
θ = معامل الكسب الشمسي لزجاج النافذة

الحرارة الناتجة من أجسام المخلوقات قد أعطيت في الفصل ٢,١,٢. ان الحرارة الخارجة من الجسم (داخل المبنى) تعد حرارة مكتسبة للمبنى. ولذلك يجب ان يختار معدل الحرارة الناتجة، المناسبة للنشاط المستخدم من أجله المبنى، ويضرب في عدد المستخدمين، وستكون النتيجة - بالواط - جزءاً مهماً من قيمة Q_١. ٣,٢,٥ الكسب الحراري الداخلي

وكذلك فان مجموع معدل الطاقة الخارجة من وحدات الاضاءة الكهربائية يمكن ان يؤخذ ككسب حراري داخلي. وشع القسم الاكبر من هذه الطاقة على شكل حرارة (٩٥٪ من وحدات الاضاءة المتوهجة و٧٩٪ من وحدات الاضاءة الفلورسنت) وحتى القسم الذي يشع كضوء، فانه يتحول الى حرارة عندما يسقط على الأسطح. وتكون النتيجة ان مجموع خرج وحدات الاضاءة جميعاً، بالواط، في المبنى (عندما تكون مستخدمة او مضاءة) يجب ان يضاف الى قيمة Q_١.

وإذا استخدم جهاز كهربائي ، وكانت الآلة التي يشغلها الجهاز موجودة في الفراغ نفسه فإن مجموع خرج المحرك بالواط يجب أن يحسب في Q_e . (وإذا علم قدرة حصانية المحرك (horsepower (hp) فإن خرجه بالواط يمكن إيجادها :

$$W = 746 \text{ hp}$$

إذا كان المحرك فقط في داخل الفراغ المعتبر، وكانت كفاءته هي E فإن $W \times E$ القدرة المستخدمة تستخدم في أماكن أخرى، ولكن $W(1 - E)$ تدفق الطاقة سوف تضاف الى قيمة Q_e .

التدفئة والتبريد : (التحكم الآلي) سوف يناقش بتفاصيل أكثر في الفصل ٤، ١ . ويعتمد معدل تدفق الحرارة في مثل هذه الأنظمة على نية المصمم ويمكن التحكم بهذا المعدل ولذلك يمكن أن تؤخذ كمغير مستقل في المعادلة : أي انه يمكن تعديلها بما يتناسب مع العوامل الأخرى .

٣،٢،٦

التدفئة والتبريد

يمكن أن يحسب معدل التبريد بالتبخير إذا كان معدل التبخير نفسه معروفاً . وإذا عبر عن معدل التبخير بالكغم / س ، فإن معدل فقدان الحرارة المناظرة يمكن إيجادها كما يلي :

٣،٢،٧

التبخير

$$Q_e = 666 \times \text{Kg} / \text{h}$$

وحيث أن الحرارة الكامنة لتبخير الماء حول درجة حرارة ٢٠°م تساوي تقريباً ٢٤٠٠ كيلو جول / كغم فإن هذا يعطي : (2400, kJ/kg)

$$2400,000 \text{ J/h} = \frac{2400,000}{3600} \text{ J/s} = 666 \text{ w}$$

ويعتبر تقدير معدل التبخير مسألة صعبة ، وانه نادراً ما يحسب بدقة (إلا تحت ظروف تحكم آلي) ، لانه يعتمد على متغيرات عديدة مثل : وجود الماء ، رطوبة الهواء درجة حرارة الماء نفسه ودرجة حرارة الهواء وسرعة حركة الهواء . يمكن قياس معدل التبخير مباشرة ، مثل : قياس نقصان كمية الماء في وعاء مفتوح ، او يمكن تقديرها بمعرفة عدد الافراد في الغرفة ، ونشاطهم ، وبالتالي معدل ما يفرزونه من عرق (قيمة تتراوح ما بين ٢٠غم / س و٢ كغم / س) .

وعادة اما ان تهمل مقدار الفقد الحراري بواسطة التبخير في الحسابات

(ما عدا في حالة التمديدات الآلية)، او ان ينظر اليها من حيث النوعية فقط :
وينتفع بالتبريد بواسطة التبخير في تقليل درجة حرارة الهواء «أقصى استفادة
ممكنة».

ان الهدف من حساب الفقد الحراري هو المساعدة في تصميم
التمديدات الحرارية، حسب معدل الفقد الحراري المكيف الذي يعتبر الابرود
في ٩٠٪ من الوقت وعندئذ تصميم التمديدات الحرارية لتعطي حرارة بالمعدل
نفسه.

٣,٢٠٨
حساب
العقد
الحراري

وتحت ظروف اخف وطأة، فان التمديدات يمكن ان تخفض فعاليتها.
والظروف الاشد برودة في ١٠٪ من الوقت الباقي، عادة ما تحدث في فترات
صغيرة ويمكن التغلب عليها بالمقارنة الذاتية للمبنى (انظر فصل ٣,٣)
وبواسطة التحميل الزائد للتمديدات. وتؤخذ درجة الحرارة الخارجية (T_o)
عادة ١-°م او صفر م°.

ويمكن توضيح طريقة الحسابات بالمثال المبسط التالي :

مكتب مساحته ٥ × ٥ م^٢ وارتفاعه ٢,٥ م موجود في دور متوسط من بناية
كبيرة، ولذلك فان له حائطا واحدا معرضا للجهة الجنوبية، وتجاور بقية
الحوائط غرضا اخرى لها درجة حرارة ثابتة

$$T_i = 20^{\circ}C$$

معدل التهوية هو ٣ تغيرات للهواء لكل ساعة، ويوجد ثلاث وحدات
اضاءة قدرتها ١٠٠ واط منيرة باستمرار لاضاءة الجزء الخلفي من الغرفة،
المستخدم لأربعة من الأشخاص يعملون في المكتب.

الحائط الخارجي الذي مقاسه ٢,٥ × ٢ م^٢ يتكون من نافذة مفردة
الزجاج مقاسها ١,٥ × ٥ م^٢

وباقى هذا الحائط مكون من خرسانة قاسية (سماكة ٢٠٠ مم)،
مقصورة ومدهونة مقاسه ١ × ٥ م^٢ قيمة U للحائط
 $U = 1,35 \text{ W/m}^2 \text{ deg C}$

الحل :

الاختلاف في درجات الحرارة $\Delta T = (20^{\circ} - (-1^{\circ})) = 21^{\circ}C$ درجة مئوية

$$= 21 \times (1,35 \times 5 + 4,48 \times 7,5) = Q_c$$

$$21 \times 40,35 = 21 (6,75 + 33,60) =$$

$$847 \text{ واط}$$

حجم الغرفة

$$262,5 = 2,5 \times 5 \times 5$$

لذلك تكون معدل التهوية

$$187,5 \quad 62,5 \times 3$$

$$3600 \quad 3600$$

$$20,052 \text{ م}^3/\text{ث} = \frac{\quad}{3600} = \frac{\quad}{3600}$$

$$1420 = 21 \times 0,052 \times 1300 = Q_v$$

وتنتج وحدات الاضاءة الثلاثة والأشخاص الأربعة :

$$140 \times 4 + 100 \times 3 = Q_i$$

$$860 = 560 + 300 =$$

وبما ان الاشعاع الشمسي غير معتبر وكذلك الفقد بالتبخير (انظر فصل

٣,٢,١) فان معادلة الاتزان الحراري تكون :

$$Q_i - Q_c - Q_v + Q_m = 0$$

وبالتعويض في المعادلة

$$0 = Q_m + 1420 - 847 - 860$$

$$0 = Q_m + 1407 -$$

$$Q_m = 1407 \text{ واط}$$

لذلك فان التمديدات الكهربائية يجب ان تزود المكتب بمعدل حراري

متكافئ او قريبا من ذلك، اي بحوالي ١,٥ ك واط.

وفي العادة، بحسب الكسب الحراري لاغراض تصميم التكييف. ومن الواضح ان هذه التمديدات يجب ان تعالج حالات الدفء في شدتها القصوى. كما ان درجة الحرارة القصوى في ٩٠٪ من الزمن تؤخذ كدرجة حرارة تصميمية خارجية، وتؤخذ شدة الاشعاع الشمسي على أرضية مماثلة. وسوف يؤخذ المثال السابق ما عدا :

٣,٢,٩

حساب الكسب
الحراري

وشدة الأشعة الساقطة	$I = 580 \text{ واط/م}^2$
معامل امتصاصية سطح الحائط	$a = 0.4$
معامل توصيلية السطح	$f_0 = 10 \text{ واط/م}^2 \text{ درجة م}$
معامل الكسب الحراري للنافذة	$U = 0.75$

الحل :

الاختلاف في درجة الحرارة

$$\Delta T = 26 - 20 = 6 \text{ درجة م}$$

وبتستخدم هذه الفروق للتوصيل من خلال النافذة ولتدفق الحرارة بالتهوية، ولكن للسطح المسطح والمعتم فيجب إيجاد درجة حرارة الهواء - الشمس (انظر فصل ١٨، ٣٠).

$$0.4 \times 580$$

$$T_s = 26 + \frac{23.2 + 26}{10} = 29.2 \text{ درجة م}$$

لذلك فللجزء المسطح من الحائط

$$\Delta T = 20 - 29 = -9 \text{ درجة م}$$

$$Q_c = (29 \times 1.35 \times 5) + (6 \times 4.48 \times 7.5)$$

$$= (29 \times 6.75) + (6 \times 33.6) =$$

$$= 195.75 + 201.6 = 397.35 \text{ واط}$$

$$Q_s = (0.75 \times 580 \times 7.5) = 3225 \text{ واط}$$

$$Q_v = 6 \times 0.052 \times 1300 = 489.6 \text{ واط}$$

$$Q_i \text{ كالسابق } 561 \text{ واط}$$

وبما ان الفقد بالتبخير غير مأخوذ في الاعتبار فان معادلة الاتزان الحراري تكون (انظر فصل ١، ٢، ٣).

$$Q_1 + Q_s + Q_c + Q_r + Q_m = 0$$

وبعد تعويض المقادير السابقة :

$$0 = Q_m + 405 + 397 + 3225 + 489.6$$

$$Q_m = -4432 \text{ واط}$$

$$Q_m = 4432 \text{ واط}$$

أي أن جهاز تكييف الهواء يجب أن يكون قادراً على أن يزيل الحرارة بمعدل حوالي ٥ كيلوواط (5kW) .

إذا كان التخلص من الحرارة سيتم بهذا المعدل بواسطة دوران الهواء الفاسد، فإن السؤال هو : كم يكون معدل تغير الهواء؟ ٣,٢,١٠

التبريد بالهواء

ولتلافي تيار هواء بارد، فإن الهواء الممّون الذي يمكن أن تكون درجة حرارته حوالي ١٦°م، يختلط مع هواء الغرفة ويحافظ على درجة حرارته في حدود ٢٠°م. لذلك فإن الاختلاف في درجة الحرارة (الهواء الراجع ناقص الهواء الممّون) يكون:

$$٣٨ = ٢٠^{\circ}\text{م} - ١٦^{\circ}\text{م} = \Delta \text{ درجة م}$$

$$Q_v = ٥٠٠٠ \text{ واط}$$

من السابق

فتصبح المعادلة

$$Q_v = Q_w \times ١٣٠٠ = \Delta \times V = ٥٢٠٠$$

ولذلك يكون معدل الهواء الممّون (V)

$$V = \frac{٥٠٠}{٥٢٠٠} = ٠,٩٦٢ \text{ م}^٣/\text{ث}$$

ولتلافي التيارات الهوائية فإن سرعة الهواء الداخل يجب ان تحدد بحوالي $٢ \text{ م}^٣/\text{ث}$ ويكون حجم فتحة الهواء الداخل مساوياً لـ :

$$٢ \text{ م}^٣/\text{ث} = \frac{٠,٩٦٢ \text{ م}^٣/\text{ث}}{٠,٤٨١} = ٢ \text{ م}^٣/\text{ث}$$

ويكون قياسها على سبيل المثال :

$$١ \text{ م} \times ٤٨١ \text{ مم}$$

وإذا امكن تقليل درجة الهواء الممّون الى حوالي ١٢°م (بواسطة وحدة حث او صندوق مزج)، فإن الاختلاف في درجة الحرارة يتضاعف (8 deg C)،

ويحتمل أن يقل معدل الهواء المموّن الى النصف

$$v = 0.481 \text{ م}^3/\text{ث}$$

وبمقارنة معدل تدفق الهواء بالمعدل اللازم للتهوية، (التموين بالهواء الطازج)، وبمعدل تغير ثلاث مرات في الساعة ($0.052 \text{ m}^3/\text{s}$)، فإن عملية التبريد ستؤدي الى تدفق كمية من الهواء تفوق المطلوب من الهواء الطازج (التخلص من الهواء الفاسد والتموين بهواء جديد غني بالاكسجين).

في المثال الاول (٣, ٢, ٨) ان رفع معدل الحرارة المطلوبة الى ١,٥ واط يتطلب استخدام الهواء الدافئ، وبهذا تكون المشكلة مشابهة: حيث سيستخدم الهواء وسيلة نقل للحرارة.

٣, ٢, ١١

التدفقة بالهواء

وهنا، ثانية، فإن درجة حرارة الهواء الراجع يمكن ان تؤخذ على أنها درجة حرارة الغرفة 20° ولكن درجة حرارة الهواء المموّن يجب أن تكون أعلى، ذلك اذا كان لا بد من إيصال أي جزء من الحرارة الى الغرفة. وباستخدام فتحة هواء عادية ناشرة، فانه يكفي ان تكون درجة حرارة الهواء المموّن حوالي 26° مع استخدام وحدة تحريق (خالطة) بدرجة حرارة 30° م. وهكذا، وباختلاف درجة حرارة مقداره 10° درجة م، فإن معدل الهواء المموّن يجب أن يكون:

$$Q_v = T\Delta \times v \times 1300$$

$$10 \times v \times 1300 = 1500$$

$$v = \frac{1500}{1300} = 1.15 \text{ م}^3/\text{ث}$$

اذا كانت قيمة معامل نفاذية (U) الحائط المتوي انشاؤه او حساب نفاذيته غير موضح في الملحق ٤,٥، فانه يمكن اجراؤه حسب المثال التالي:

٣, ٢, ١٢

معامل نفاذية الحائط المركب

114 مم طوب هندي	1, 10 واط / م درجة م = k
50 مم فسراغ	0, 76 م درجة م / واط = R _c
100 مم خرسانة كثيفة	1, 44 واط / م درجة م = k
25 مم بلاطة من صوف الخشب	0, 93 واط / م درجة م = k
12 مم قصارة	0, 46 واط / م درجة م = k
المقاومة السطحية	0, 076 م درجة م / واط = 1/f _{ci}
	0, 123 م درجة م / واط = 1/f _{se}

وكخطوة أولى، فقد أخذت المعلومات السابقة من الجداول في الملحق رقم ٥. وطريقة حساب الممانعة او المقاومة الخاصة لكل طبقة، من الخارج الى الداخل تتم كمايلي:

$1/f_o$	=	= ٠,٠٧٦	السطح
b	=	٠,١١٤	
$\frac{b}{k}$	=	٠,٠٩٩	أعمال الطوب
	=	١,١٥٠	
Rc	=	٠,١٧٦	الفراغ
b	=	٠,١٠٠	
$\frac{b}{k}$	=	٠,٠٦٩	الخرسانة
	=	١,٤٤٠	
b	=	٠,٠٢٥	
$\frac{b}{k}$	=	٠,٢٦٩	الصوف الحشوي
k	=	٠,٠٩٣	
b	=	٠,٠١٢	
$\frac{b}{k}$	=	٠,٠٢٥	القضارة
k	=	٠,٤٦١	
$1/f_i$	=	٠,١٢٣	السطح:
Ra	=	٠,٨٣٧	المجموع الكلي للمقاومة

فتكون قيمة U

$$U = \frac{1}{Ra} = \frac{1}{0,837} = 1,19 \text{ واط/م}^2 \text{ درجة م}$$

وقد يكون ضروريا في بعض الحالات (على سبيل المثال التنبؤ بالتكثيف) أن نعرف درجة الحرارة في أية نقطة ضمن الحائط، اي التدرج الحراري خلال الحائط، أو أية عناصر إنشائية أخرى.

٣,٢,١٣
التدرج الحراري

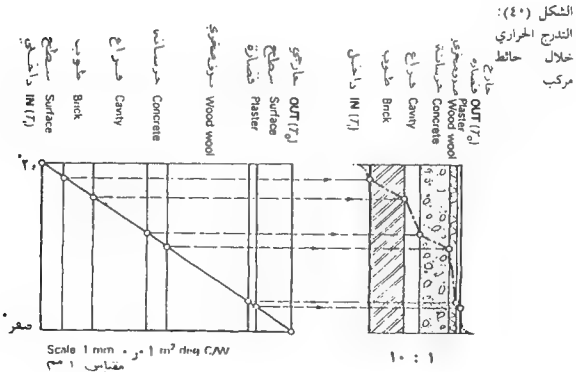
ويمكن القيام بذلك بسهولة تامة باستخدام الطريقة البيانية، كما هو موضح بالمثال التالي، وباستخدام الحائط الذي تمت دراسته في الفقرات السابقة:

افتراض أن درجة الحرارة الداخلية $T_i = 20^\circ \text{م}$

وبفرض أن درجة الحرارة الخارجية $T_o = 0^\circ \text{م}$ صفر

ارسم مقطعا في الحائط (شكل ٤٠) بمقياس رسم يمثل المقاومة الذاتية لكل طبقة بدلا من الساقة. ويمكن استخدام مقياس رسم $1\text{م} = 0.1^\circ \text{م}^2$ درجة م/واط وهكذا تمثل المقاومة الخارجية للسطح بـ 7.6°م^2 ، ومقاومة الطوب 9.9°م^2 م. الخ. ويرسم بجانبه المقطع الحقيقي للحائط بمقياس رسم $1:10$.

ضع مقياسا لدرجة الحرارة على المحور العمودي، ليستخدم لكلا المقطعين السابقين ($3^\circ \text{م} = 0.1^\circ \text{م}^2$ درجة م) ضع نقطتين T_o, T_i على سطحي الحائط وصل بين هاتين النقطتين بخط مستقيم (على المقياس الأيسر) والآن، يمكن إسقاط تقاطع هذا الخط المستقيم مع الطبقات المختلفة أيضا لتمثل طبقات المنشأ الحقيقية: (على المقطع الأيمن). ويؤخذ من ذلك خط يصل بين النقاط المختلفة ويمثل التدرج الحراري خلال الحائط.



لقد ذكرنا سابقا (١, ٢ الى ٥) ان الرطوبة النسبية تعتبر دالة على درجة الحرارة، وانه كلما زادت برودة الهواء، ذون ان يتغير مقدار ما فيه من الرطوبة، فان الرطوبة النسبية للهواء تزداد. ويتكون الندى عندما تصل الرطوبة النسبية ١٠٠٪، اي يصبح الهواء مشبعاً، وتسمى درجة الحرارة التي يحدث عندها ذلك، درجة حرارة نقطة التكثيف.

تعد معظم مواد البناء مسامية وهي ذات مقاومة قليلة لمرور البخار. فاذا اخترق الهواء الداخلي الرطب الحائط، ووصل الى طبقة درجة حرارتها اقل من درجة حرارة نقطة الندى (dewpoint)، فان الرطوبة تتكاثف، وتعرف هذه الظاهرة بالتكثيف الخلوي (interstitial Condensation). ويعد التنبؤ بهذه الظاهرة (وتحواجزها او مقاومتها) امراً مهماً بالنسبة لمصممي المباني في المناخات الباردة. ويعتمد الاسلوب التقني للتنبؤ (بهذه الظاهرة) [٤٢ و ٤١] على معرفة درجة حرارة نقطة الندى للهواء، ومعرفة الاماكن التي ستقاطع فيها مع التدرج الحراري للحائط.

وفي العادة يستخدم المهندسون الميكانيكيون ومصممو تكثيف التدفئة والتبريد الهوائي طرقاً مشابهة لتلك الموصوفة في الجزء ٣,٢,٨ الى ١١. ويمكن ان تكون هذه الطرق مكررة ومطولة، ولكنها تقوم على أساس واحد هو ضمن متغيرات ثابتة، اي معادلة التوازن الحراري (١, ٢, ٣).

جميع العوامل ثابتة او يفترض أن تكون ثابتة، المتغير المستقل الوحيد (المراد إيجاد) هو قيمة Q_m ، معدل تدفق الحرارة المراد انتاجه آلياً.

يواجه مصمم المباني حالة غير محددة، وعليه أن يتخذ قرارات ليمدد، المساحة، والحجم وطبيعة الانشاء، وحجم الشبائيك واتجاهها وغير ذلك مما له تأثير في عوامل الاتزان الحراري.

وليس هنالك طريقة موضوعة أو جاهزة لاستنتاج القرارات، ولكن، قد يكون من المفيد للتفكير بمعادلة الاتزان الحراري في أي قرار تصميمي، للنظر في أي العوامل (وبأي اتجاه) يمكن أن تتأثر بقرار معين والتنبؤ بنتائج الحلول التصميمية والخيارات المختلفة.

وتعد Q_m - التحكم الآلي - باهظة التكاليف: ولذلك فان على المصمم أن يسعى الى الحصول على مجموع جبري مقداره صفر بدون مركبة Q_m . وسوف نناقش طرق التحكم للعوامل المختلفة في الفصل رقم ٤.

٣,٣ انسياب الحرارة الدوري

٣,٣,١	افتراضات حالة الاستقرار
٣,٣,٢	انسياب الحرارة الدوري
٣,٣,٣	الانتشارية الحرارية
٣,٣,٤	الاستخدام العملي
٣,٣,٥	حسابات انسياب الحرارة الدوري
٣,٣,٦	التطبيقات
٣,٣,٧	تأثير العزل
٣,٣,٨	تأثير الفراغ

٣,٣,١
افتراضات حالة
الاستقرار

تعدُّ المعادلة وطرق الحسابات الموضحة في الفصل ٣,٢ قابلة للتطبيق إذا كانت درجات الحرارة الداخلية والخارجية ثابتة فقط. وحيث أن الأحوال الساكنة المثالية لا تحدث في الطبيعة، فإن أسس الطرق السابقة تقوم على أساس افتراض الأحوال المستقرة. وهذا واضح انه افتراض للظروف الحقيقية ولكن النتائج يمكن أن يعول عليها إذا كانت التغيرات في درجة الحرارة لا تزيد على ٣ درجة ($\pm 3 \text{deg C}$) ويمكن ان تسود هذه الحالة في الشتاء، في المناخات المعتدلة، عندما يكون الداخل مدفأ ويحافظ على درجة حرارة معينة او في المناخات الدافئة - الرطبة حيث درجة الحرارة الداخلية تحفظ ثابتة بواسطة تكييف الهواء.

ان الحسابات القائمة على افتراضات حالة الاستقرار تمكن من معرفة معدل الحرارة القصوى المفقودة او المكتسبة، كما تمكن من معرفة حجم ومقدرة التمديدات وأنظمة التدفئة والتبريد. وليس الهدف من التمرين هو التنبؤ بالوضع الحراري للمبنى - لأن التحكم الميكانيكي سيقوم بالتعديلات الضرورية - وعلى المصمم فقط أن يوفر كمية كافية من الحرارة أو البرودة لتعالج الظروف السيئة المحتملة.

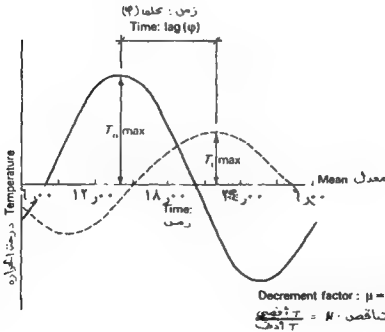
ويمكن اعتبار طرق حسابات حالة الاستقرار على أنها طريقة دراسة مبدئية تؤدي الى مشكلات أكثر تعقيداً في حالة انتقال الحرارة.

٣,٣,٢

النسب الحرارة
الدوري

إن اختلاف أحوال المناخ في الطبيعية يؤدي الى حالة عدم الاستقرار. ويؤدي التغير اليومي الى دورة مكررة كل ٢٤ ساعة تقريبا من زيادة ونقصان في درجات الحرارة. ويكون تأثير ذلك على المبنى، أنه في الأوقات الحارة تنتقل الحرارة من المحيط الى المبنى حيث يتم تخزين جزء منه، وفي الليل وفي الفترات الباردة فإن انتقل الحرارة ينعكس من المبنى الى المحيط. وبما ان الدورة تتكرر، فقد جاز ان نسميها انسياب الحرارة الدوري (Periodic Heat Flow).

وبين الرسم البياني في الشكل ٤١ الاختلاف اليومي لدرجات الحرارة الداخلية والخارجية على شكل توزان دوري للتغير الحراري. وحيث ان درجة الحرارة في الصباح تزداد، وتبدأ الحرارة بالدخول الى الاسطح الخارجية للحائط فان كل جزء من الحائط يمتص كمية من الحرارة لكل ارتفاع في درجة الحرارة قدره درجة واحدة، ويعتمد ذلك على الحرارة النوعية لمادة الحائط (انظر ١,٤,٣). وتنتقل الحرارة الى الجزء الملاصق فقط بعد ان ترتفع درجة حرارة الجزء الاول. وهكذا فان الزيادة في درجة الحرارة المناظرة للسطح الداخلي سوف تتأخر كما هو موضح بالخط المنقط.



الشكل ٤١ :
التخلف الزمني
ومعامل
التناقص

سوف تصل درجة الحرارة الخارجية حدها الأعلى وتبدأ بالتناقص قبل ان تصل درجة حرارة الداخل الى المستوى نفسه. ومنذ هذه اللحظة تبدأ الحرارة المخزونة في الحائط بالتشتت الى الخارج والى الداخل. وحيث أن الهواء الخارجي يبدأ بالبرودة، فان قسماً كبيراً من الحرارة المخزونة تبدأ بالتدفق الى الخارج، وعندها تنقص درجة حرارة الحائط الى أقل من مثيلتها في الداخل فان اتجاه تدفق الحرارة ينعكس كلياً.

كلا الكميتين اللتين تصفان التغير الدوري تدعيان بالتخلف الزمني (time-lag) (او بازاحة الطور (Phase Shift) ومعامل التناقص (decrement factor) (او توهين الذروة (amplitude attenuation) والآخر هو نسبة درجة حرارة السطح القصوى الخارجية والداخلية الى المعدل اليومي.

دعنا نفكر في الحالة الموصوفة أعلاه، عندما تبدأ الجزئيات الأولى من الحائط باستقبال الحرارة من المحيط. فان معدل نقلها للحرارة إلى الجزئيء الآخر يعتمد على عاملين:

٣.٣.٣
الانتشارية
الحراري

١. اذا كانت مادة الحائط ذات توصيلية عالية، فان هذا المعدل سيكون أسرع.
٢. اذا كانت المادة كثيفة، وكان لها حرارة نوعية عالية، فان المعدل يكون أبطأ؛ إذ إنها ستمتص حرارة أكبر من الحرارة الداخلة، قبل أن تبدأ بنقل الحرارة.

لذلك اذا كان:

$$k = \text{التوصيلية (واط / م درجة م } ^\circ \text{C deg W/m)}$$

$$d = \text{الكثافة (كغم / م}^3 \text{)} \text{ } ^3 \text{m / kg}$$

$$C = \text{الحرارة النوعية (حول / كغم درجة م } ^\circ \text{C deg J/Kg)}$$

فان العلاقة السابقة يمكن أن يعبر عنها كمايلي:

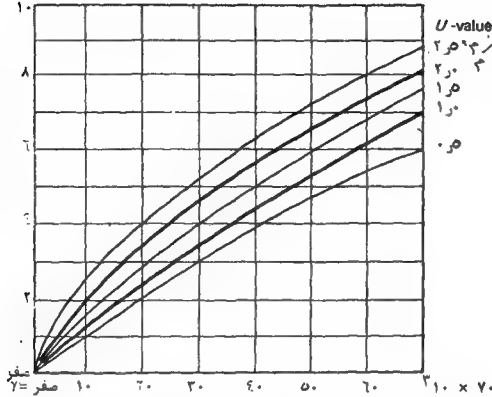
$$(K/Cd \times C)$$

وهذه يعبر عنها بالمعامل k ويشار اليها بالانتشارية الحرارية - أو توصيلية درجة الحرارة (الاسم الأخير أكثر وصفاً).

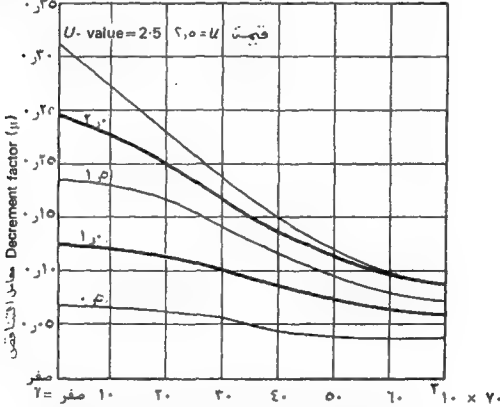
ويكون قياس هذه الكمية مساوية:

$$K = \frac{k}{d \times c} = \frac{\text{W/m deg C}}{\text{kg/m}^3 \times \text{J/kg deg C}} = \frac{\text{J/s m deg C}}{\text{J/m}^3 \text{ deg C}} = \frac{\text{m}^2}{\text{s}}$$

زمن التأخر (s): h



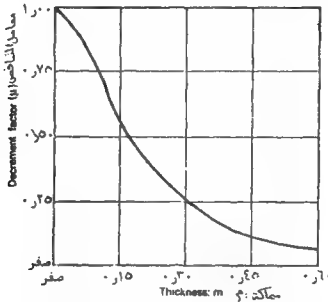
الشكل (٤٢):
 معامل التناقص
 والتأخر الزمني
 كدالة بالنسبة
 للتوصيلية
 والمسماة



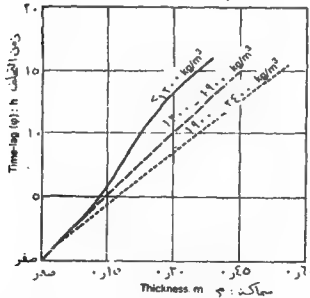
Conductance - capacity index: $\gamma = \left(\frac{d \times c \times b^2}{2k} = \frac{d \times c \times b}{2C} \right) = \frac{b^2}{2K}$
 where d = density, kg/m³
 c = specific heat, J/kg deg C C = conductance (W/m² deg C) = $\frac{k}{b}$
 b = thickness, m
 k = conductivity, W/m deg C K = diffusivity (m²/s) = $\frac{k}{d \times c}$

٣,٣,٤
الاستخدام
العملي

في الأحوال العملية يستخدم زمن التخلف (ϕ) ومعامل التناقص (u) ويمكن أن تحسب هذه القيم لإنشاء معين [43] ولكن الطريقة المستخدمة لم تختبر جيداً*. ويمكن لتلك القيم أن تعين تقريباً. يعدّ الشكل ٤٣ مؤشراً لهذه القيم كما أن ملحق ٦ يبين قيم هذه العوامل لبعض المنشآت المستخدمة بشكل كبير. وكقاعدة سريعة لحائط مسطّ، حوائط من الطوب أو الخرسانة، فإن $\phi = ١٠$ ساعات لكل ٣,٣ م سماكة.



الشكل (٤٣):
قيم ومعامل
التناقص الزمني
التخلف لحائط
كتلي



★ يمكن للقارئ المهتم بأسباب الحرارة الدوري الرجوع إلى المراجع أرقام [44, 46, 47, 48, and 49] في صفحة المراجع لأزيد من التفاصيل

يمكن استخدام معادلة حالة الاستقرار: $Q = A \times U \times \Delta T$ كما يمكن استخدامها لإيجاد مقدار تدفق الحرارة المتزن أو معدل تدفق الحرارة المعدل في دورة كاملة في دورة تغيير الاتزان الحراري. ولايجاد تدفق الحرارة اللحظي يمكن استخدامه إذا كان الحائط أو العنصر المختبر ذا سعة حرارية مهملة. وإذا افترضت درجة الحرارة الداخلية، وكانت ثابتة (افتراض معقول في محيط متحكم به)، فإن معدل تدفق الحرارة اللحظي يمكن حسابه بسهولة نوعاً ما، وذلك إذا قسم إلى قسمين:

أ) الأول: إيجاد معدل تدفق الحرارة المعدل للدورة كاملة (يوم واحد)، باستخدام معادلة حالة الاستقرار ما عدا الفرق في درجة الحرارة، فإنه يكون ما بين المعدل اليومي لدرجة الحرارة الخارجية ودرجة الحرارة الداخلية.

$$Q^* = A \times U \times (T_m - T_i)$$

ب) وإيجاد الانحراف اللحظي عن معدل تدفق الحرارة المعدل: إذا كان التأخر الزمني (time - lag) للحائط هو Φ ساعة، فإن تدفق الحرارة عندئذ سوف يعتمد على درجة الحرارة الخارجية Φ ساعة متقدماً: T_Φ ويمكن إيجاد الانحراف باستخدام قيمة الفرق في درجات الحرارة بين هذه T_Φ وبين المعدل ويعادل معامل الانتقال أو قيمة $-U$ بمعادل التناقص $-U$.

$$Q'' = A \times U \times \mu (T_\Phi - T_m)$$

ويمكن دمج المعادلتين لإيجاد المعادلة التي تعطينا معدل تدفق الحرارة الدوري:

$$Q = A \times U \times [(T_m - T_i) + \mu (T_\Phi - T_m)]$$

حيث: Q = معدل تدفق الحرارة اللحظي بالواط (W)

$$A = \text{المساحة م}^2 (m_2)$$

$$U = \text{معامل الانتقال واط / م}^2 \text{ درجة م} (W/m^2 \text{ deg C})$$

$$T_m = \text{معدل درجة الحرارة اليومي الخارجية (هواء - شمس) درجة مئوية (C)}$$

$$T_\Phi = \text{درجة الحرارة الخارجية (هواء - شمس) متقدمة } \Phi \text{ ساعة، درجة مئوية (C)}$$

$$\mu = \text{معامل التناقص}$$

$$\Phi = \text{التأخر الزمني بالساعات}$$

٣,٣,٦
تطبيقات

تعد معرفة عامل التناقص (μ) والتخلف الزمني (Φ) لمختلف المواد والسمكيات والعناصر الانشائية المختلفة والمكونة من تجميع مواد مختلفة من الامور المهمة للتصميم. انه يهدف للسماح لعملية الكسب الحراري في الفراغات والعناصر عندما يكون هنالك فقد حراري من قنوات أخرى (مثل التهوية)، ولكنه يحول دون هذا الكسب الحراري عندما يكون هنالك توريد لتدفق الحرارة الى داخل المبنى. ولذلك فان اختيار الانشاء ذي التخلف الزمني المناسب يعد عاملاً أساسياً في التصميم وهذه العملية يمكن أن تسمى «التوازن في الزمن».

سنناقش في الجزء ٢, ٤ استخدام السعة الحرارية على أنها إحدى طرق التحكم الحراري. وتعد السعة الحرارية عاملاً يجب الاهتمام به في المناخات المعتدلة أيضاً. والمبنى ذو السعة الحرارية القليلة او سريع الاستجابة يدفأ بسرعة ولكنه أيضاً يبرد بسرعة. والمنشآت ذات السعة الحرارية الكبيرة تحتاج الى وقت طويل حتى تدفأ ولكنها تحافظ على الحرارة بعد وقف التدفئة او انتهاء الكسب الحراري.

٣,٣,٧
تأثير العزل

إن المعلومات المعطاة في الملحق ٦ تبين أن لموضع العزل في الكتلة ذات السعة الحرارية العالية تأثيراً معتبراً في التخلف الزمني ومعامل التناقص. فاذا وضع ٤٠ مم من مادة الصوف الزجاجي كمادة عازلة مع بلاطة خرسانية سماكتها ١٠٠ مم فانها تعطي العزل الحراري التالي:

time-lag:h	decrement factor
زمن التخلف	معامل التناقص
Φ	μ
تحت البلاطة	٣
فوق البلاطة	١١,٥
	٠,٤٥٠
	٠,٠٤٦

والسبب في ذلك واضح ولا سيما اذا أمكن ملاحظة آلية العملية. (مثال في المناخ الحار الجاف).

١. العزل في الجهة الخارجية يقلل من معدل تدفق الحرارة الى الكتلة، والحرارة القليلة سوف تدخل الكتلة في وقت معين او انها سوف تحتاج وقتا اكبر لتملأ مخزن السعة الحرارية للكتلة.

٢. أما وضع العازل في الداخل فلن يؤثر على عملية ملء السعة الحرارية، وبالرغم من أنها سوف تقلل من إصدار الحرارة الى داخل الفراغ، إلا أنها لن تغير في الدورية (توالي الدورات).

وليس الهدف في المناخات الحارة هو تخزين أكبر كمية ممكنة من الحرارة في النهار فقط، ولكن أيضا ليشتتها في الليل جميعها (أو معظمها)، حتى اذا ما جاء الصباح فان المنشأ كله لن يحتوي إلا على أقل كمية ممكنة ولتفريغ كامل سعتها الحرارية (أو معظمها) لأنها سوف تكون جاهزة لاستقبال حرارة اليوم التالي.

إن استخدام المواد العازلة سوف لن يقيد دخول الحرارة فقط ولكن أيضا تبريدها. فاذا كانت المواد العازلة من الخارج، فان الحرارة المخزونة يمكنها فقط أن تبرد الى الداخل. ولازالتها لا بد من وجود تهوية جيدة داخلية فيكون الهواء الليلي البارد ضروري لذلك.

التجوف غير المهوى يعد عازلاً جيداً ($R = 0.15 \text{ m}^2 \text{ dey C/W}$) وهو يساوي ما قيمته عزل ١٨٠ مم من حائط من الطوب. وكما هو واضح فان العزل يجب أن يكون من الخارج بالنسبة للكتلة الرئيسية، ويتبع ذلك ان الكتلة الرئيسية يجب أن توضع في الطبقة الداخلية من الحائط المفرغ. ويجب ان تكون الطبقة الخارجية مادة انشائية خفيفة. وقد اقترح (G.K. Kuba) [٤٥] استخدام الطوب المفرغ أو الوحدات الخرسانية المفرغة في الطبقة الخارجية من الحائط المزدوج فان ذلك سوف يحسن من عزلها الحراري ولكنها تقلل من كتلتها. وقد اختبر الفراغ المهوى وتوصل الى نتيجة مفادها ان التهوية للفراغ (بين الطبقتين) في النهار غير مرغوب فيها، ولكن التهوية في الليل للفراغ تساعد على تبريد الحائط.

٣,٣,٨

تأثير التجوف

يكون تدفق الهواء في التجوف (بين الحائطين) في الليل لأعلى وفي النهار لأسفل. وكلا الفتحتين السفلى والعليا يجب أن يكونا في الجهة نفسها ويجب أن يكونا مغلقتين في النهار. فاذا لم يتدبر أمر قفل فتحتي التهوية، فيجب أن يفتحها الى داخل المبنى، وهنا لا بد أن يكون المبنى نفسه مهوى جيداً في الليل. وحيث أن هذه الفتحات تسمح للحشرات والديدان فمن الأفضل أن يكون الفراغ السابق مقفولاً بدون تهوية.

الفصل الرابع

طرق التحكم الحوارية

٤,١ التحكم الألى

٤,٢ التحكم الإنشائي (الذاتي)

٤,٣ التهوية ومركبة الهواء،

٤,١ التحكم الآلي

الأهداف	٤,١,١
دراسة التحكم	٤,١,٢
التدفئة	٤,١,٣
حجم التركيبات	٤,١,٤
المعضلات المصاحبة للتدفئة	٤,١,٥
التهوية	٤,١,٦
نظم التهوية الآلية	٤,١,٧
التبريد بالتهوية	٤,١,٨
التبريد البخاري	٤,١,٩
التبريد الآلي	٤,١,١٠
قياس سعة التبريد	٤,١,١١
المعضلات المصاحبة للتبريد	٤,١,١٢
ازالة الرطوبة	٤,١,١٣
تكييف الهواء	٤,١,١٤
أنظمة التحكم	٤,١,١٥

يمكن تحديد أهداف التحكم الحراري باختصار بما يلي :

٤,١,١
الأهداف

١. في الظروف التي يسودها برودة مزعجة .

طأ (طلتع الفقد الحراري .

ب (الانتفاع بالكسب الحراري سواء من الشمس أو أية مصادر داخلية أخرى .

جـ (تعويض الفقدان في درجة الحرارة ، بالتدفئة ، التي تستخدم نوعاً من أنواع امداد الطاقة .

٢. عندما تسود الظروف الحارة المزعجة .

أ (منع الكسب الحراري .

ب (زيادة الفقد الحراري الى الحد الأقصى .

ج (إزالة أية حرارة زائدة بالتبريد ، التي تستخدم نوعاً من أنواع امداد الطاقة .

٣. عندما تتراوح الظروف اليومية ما بين الحرارة المزعجة والبرودة المزعجة .

أ (تسوية الاختلاف بين الحرارة والبرودة .

ب (١) في طور البرودة و(٢) في طور الحرارة (كما ورد أعلاه) .

ج (تعويض لكلا الزائدتين باستخدام أجهزة مرنة للتدفئة والتبريد .

يمكن تحقيق الأهداف المذكورة تحت بنود أ ، ب في كل قسم باستخدام عناصر المبنى الخارجية او باستخدام طرق الانشاء (الحوائط) وهذه الطرق تعرف بالطرق السلبية (Passive) (اي لا تستخدم أي نوع من أنواع الطاقة) ويكون هدف التحكم الآلي او الذي يعتمد على أساس من استخدام الطاقة (وهو المسمى بالتحكم الفعال (Active) .

عندما يكون وجود الانسان في خطر، اي تحت الظروف المناخية الحادة، فان التحكم الآلي يصبح ضرورة ملحة. ولكن عندما تكون الظروف (المناخية) متفاوتة في مدى تأثيرها على مستوى الراحة اي عندما تكون المخاطرة هي فقط بدرجة قليلة من عدم الراحة - فان استخدام طرق التحكم الآلية يكون اختياريا.

٤.١.٢
درجة التحكم

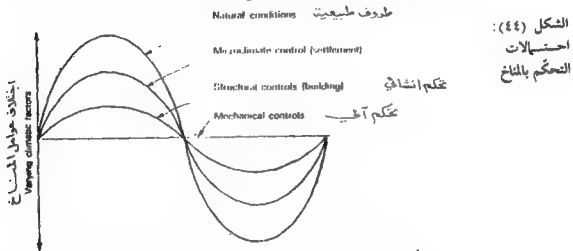
وكما وضع (D.H.K.Lee) [٥٠] «ان درجة الراحة والتحكم المطلوبة (في الظروف المناخية) تعتمد الى حد كبير على الظروف الاقتصادية والاجتماعية». أو بكلمة أخرى، نستطيع ان نخلق ونحافظ على أية ظروف مناخية داخلية، ولكن تفضيلنا لظروف معينة واختيارنا لتراكيبات تعتمد على الوضع الاجتماعي، وعلى مستوى المجتمع الذي نعيش فيه وعلى الطرق والترتيبات المالية المتوافرة. وسيكون السؤال المهم هو: ما هي درجة التحكم المطلوبة؟ وكم هي التكلفة التي تلزم لذلك؟

يمكن للمحيط الملاصق للمباني، والذي بينها، أن يتأثر بتصميم

مستوطنة ما وعلى تشكيل المباني الى حد بسيط (انظر ١٤، ٤، ١: المناخ الحضري). يبين كيف ان الحدود المتطرفة للتغيرات المناخية يمكن أن تقلص بمثل هذه الطرق.

يمكن لطرق التحكم الانشائي (التحكم باستخدام عناصر المبنى او عناصر الانشاء) التي تسمى (Passive) يمكنها أن تعطي تسوية أفضل للتغيرات المناخية وربما يمكنها أن تحقق ظروف الراحة.

وللدقة، فان التحكم التام بالظروف الداخلية، يمكن أن تحقق فقط بالطرق الآلية (Active) (الخط المستقيم في الشكل ٤٤)، ولكن هذا ليس هدفاً، وحتى لو كان كذلك، فان استخدام طرق التحكم الآلية الذاتية (الانشائية) سيقل بشكل كبير ويصبح أكثر اقتصادية.



بما أن معضلات المناخات المدارية هي هدفاً، فسنقدم ملخصاً بسيطاً للتدفئة يمكن ان تعمل التدفئة محلياً أي بتحويل بعض أنواع الطاقة (الطاقة الكيميائية لبعض مواد الوقود) الى حرارة، حيثما يحتاج إليها. ويتضمن ذلك الموقد والتنور والمدفأة والأفران وحرق الأخشاب والفحم والقحم الحجري والبترو. التدفئة باستخدام الغاز والكهرباء فهي أسلوب مطور: تعالج طاقة الفحم والغاز المعدني والبترو والطاقة الذرية مركزياً (بأعمال الغاز او محطات التوليد) وتحوّل الى شكل جاهز للاستخدام، ويوزع بشبكات من الكوابل والأنابيب الى نقط الاستخدام ويستخدم كلمة التدفئة المركزية لوصف التركيبات التي ينتج فيها الحرارة في نقطة مركزية (الفرن او المرجل)، باستخدام أحد أنواع الوقود المذكورة سالفاً ثم توزع لاحقاً باحدى وسائط الحمل. مثل هذا الوسيط عادة ما يكون هواء او ماء، ولكن يمكن ان يكون بخاراً (ونظرياً أي سائل أو غاز).

٤، ١، ٣
التدفئة

وتختلف درجة المركزية، من تدفئة مركزية لشقة واحدة، أو منزل، أو مبنى من عدة شقق أو مكاتب، أو مستشفى يحتوي على عدة مباني إلى حد تدفئة منطقة سكنية بكاملها.

أي نظام تدفئة مركزية يحتوي على ثلاثة عناصر مهمة.

١. محطة توليد الحرارة (مرجل أو فرن).
٢. شبكة التوزيع (المواسير أو الممرات).
٣. وحدات إشعاع حراري (ناشرات ورديترات أو مسخنات).

٤.١.٤ حجم التركيبات المباني. ويزيادة العزل يقل معدل الفقد الحراري، وبذلك تقل التركيبات والتكلفة الحارية للتدفئة أيضاً ولإيجاد كمية المواد العازلة المثل كدالة بالنسبة لتكلفة التدفئة، فان تحليلات مكثفة على التكلفة بالنسبة للفائدة قد أجريت [٥٣] (انظر ٨، ٢، ٨).

وبالنسبة للمناخات المدارية، فان الحاجة الى التدفئة نادرة. إن المناطق المدارية المرتفعة هي التي ربما تسودها ظروف باردة مزعجة لفترة زمنية طويلة بحيث ان مخزون السعة الحرارية في المنشأ يكون غير كاف لتأكيد الراحة الداخلية، وحتى هنا فان النقص في كمية الحرارة يكون صغيراً لدرجة أنه في التصميم المعماري الجيد والتنفيذ الجيد، يمكن لكسب الحرارة الداخلية للمبنى (من اجسام المستعملين والاضاءة الى آخره) - أن يحفظ درجتها الى مستوى مقبول باستخدام ملابس دافئة. وفي أسوأ الأحوال فان بعض التدفئة المحلية يمكنها أن تكفي لتدفئة المكان، ولكنها قليلا ما تستخدم.

٤.١.٥ المعضلات المصاحبة للتدفئة يمكن أن تكون التدفئة جواباً لمشكلة المحيط، ولكنها سوف تخلف بعضاً من مشكلاتها الخاصة:

* توزيع الحرارة، بالتساوي، في الفراغ المدفأ ليس بالهدف السهل. إن الاختلاف في درجات الحرارة، بين المناطق ذات الفقد الحراري المركز (كالشبابيك) والمناطق التي تكون قريبة من الوحدات المنتجة للحرارة، يمكن أن تكون كبيرة لدرجة أنه يمكن أن يحدث تيار حمل، فيؤثر عكسياً على ظروف الراحة، ويسبب على سبيل المثال - تغييراً في ألوان الاسطح.

+ يمكن الرجوع الى صفحة المراجع لمزيد من المعلومات من هذا الموضوع. المراجع

[٥١]، [٥٢].

* الجفاف (رطوبة نسبية قليلة جداً). وهو أيضاً نتيجة التدفئة فعندما يدفأ هواء بارد ذو رطوبة متوسطة فإن رطوبته النسبية تقل (انظر المخطط في شكل ١٢). وعلى سبيل المثال أيضاً: إذا كان هواء بدرجة حرارة صفر° م (DBT) ورطوبة نسبية ٦٠٪ (RH)، وسخن إلى درجة حرارة ٢٠° م فإنه سوف يتسبب إلى خفض الرطوبة النسبية إلى ١٥٪.

* التكثيف: يمكن أن يحدث بصورة غير مباشرة. إن الهواء الداخلي الساخن سوف يأخذ الرطوبة من أي مصدر موجود: زفير المخلوقات (حوالي ٤٥ غم/س/ شخص)، الطبخ والغلايات والحمامات... الخ. فتزداد الرطوبة النسبية، ونتيجة لذلك فإن درجة حرارة نقطة التكثيف سوف تزداد. الهواء على درجة حرارة ٢٠° م (DBT) و ٨٠٪ رطوبة نسبية (RH) له درجة حرارة نقطة التكثيف ١٦,٥° م. وأنه يحتاج فقط إلى أن يلامس سطحاً درجة حرارته ١٦° م فيحدث التكثيف، وهذا التكثيف الذي يحدث بين الخلايا يمكن أن يبلل مادة الحائط يزيد من توصيلتها، وبذلك تقل درجة حرارة سطح الحائط الذي بدوره يزيد التكثيف.

وعادة لا تحدث هذه المشكلات في المناخات المدارية (ما عدا المباني ذات التبريد الاصطناعي)، ولكن من المستحسن معرفة هذه المبادئ لأنها ربما تكون نافعة في بعض الظروف.

يستهلك الكائن الحي الأكسجين الذي يؤخذ من الهواء بالتنفس، ويطرد الكربون بالزفير. إن الإنسان العادي، تبعاً لنشاطه، يستنشق حوالي ٥٠, ٥ م^٣/ ساعة. تقل نسبة الأكسجين في المحيط المقفل ويزداد محتوى الكربون بوجود الإنسان، من وجهة علم الأحياء، ولكن حد الحياة هو ٥, ٥٪. من ثاني أكسيد الكربون (حجماً) ولكن مقدار ١٥, ٥٪ يعطي تأثيراً ظاهراً للهواء الفاسد، يستنشق الجسم، الأدخنة والأبخرة الناتجة من عمليات عدة، مثل التدخين، وكل هذا يزيد في إفساد الهواء الداخلي. ويكون من الضروري تزويد الفراغ الداخلي بمعدل عالٍ من الهواء النقي.

يمكن تزويد الفراغات بكمية كافية من الهواء، في كثير من الحالات، بترك الشبابيك والأبواب مفتوحة. أما إذا كان هنالك اختلاف كبير بين الظروف الخارجية والظروف الداخلية (المريجة)، وخصوصاً إذا كان الجو

٤,١,٦
التهوية

الداخلي مدفاً أو مبرداً باستخدام الطاقة . وفي العادة يمكن تحقيق نوعاً من التحكم بقيام السكان بفتح الشبابيك وإغلاقها على فترات، ولكن، في أحوال كثيرة، لا يكون هنالك نوافذ، أو عندما يكون هنالك نوع من أنواع التحكم المركزي الضروري لذلك، فلا بد من تحقيق التهوية بطريقة آلية، فيجب أن يكون معدل التمرين بما يساوي ١٢ - ٢٨ م^٣ / س لكل شخص، وذلك يعتمد على حجم الفراغ ونوع النشاطات التي تقام .

وفي التهوية الآلية يتم إزالة الهواء باستخدام مراوح تدار بمحركات وهي من قبيل مايلي :

أ (مراوح طاردة مروحية Propellor type

٤,١,٧

ب (مراوح دقاعة مركزية أو مماسة Impeller type وهي موضعية تثبت في الشباك أو الحائط، أو مركزية، تقوم بتوصيل الهواء وتوزيعه في قنوات مغلقة إلى الأنظمة التهوية الآلية

وتكون التركيبات على الأشكال التالية :

١ . نظام عادم - لإزالة الهواء المستخدم والساح بالهواء النقي للدخول من النوافذ والفتحات (تكون الغرف ذات ضغط أقل، نتيجة لتفريغ الهواء الفاسد).

٢ . نظام تهوية نفاخ - تزويد الفراغ الداخلي بالهواء النقي وإجبار الهواء الفاسد لترك الفراغ من فتحات وخلافه (زيادة ضغط الغرفة) .

٣ . نظام متوازن -، لتزويد وطرد الهواء وهو أكثر الأجهزة اعتياداً عليه، ولكنه أكثرها تكلفة، ويستخدم عند استخدام الهواء الدافئ كوسيلة للتدفئة، حيث أنه يسمح بإعادة دورات الهواء .

عند استخدام إحدى الطريقتين، الثانية أو الثالثة، فإن الهواء عادة ما يرشح عند المدخل بإحدى الطرق التالية :

أ (مرشحات جافة، تستخدم مادة ليفية أو مسامية (ورق، قماش، صوف زجاجي)، تستخدم لمرة واحدة

ب (مرشحات رطبة، تتكون من معدن دوار، أو بعض المواد السائبة، ذات مساحة سطحية نوعية كبيرة، مغلقة بطبقة من الزيت، عادة بالغمس . وهذه يمكن تنظيفها وإعادة استخدامها .

ج) مرشحات بالغسيل، بواسطة ستارة من الماء النازل على سطح معدن أو خرف صيني مخرم، أو يرش حيث يكون مرور الهواء.

د) مرشح الكهروستاتيكي، حيث تتأين ذرات الغبار العالقة بواسطة شحنة كهروستاتيكية عالية حيث تلتصق على أسطح معدنية مكهربة.

يمكن للهواء المتحرك أن ينتفع به كوسيط حامل. حيثما يوجد الهواء المستخدم في التدفئة مع جهاز التهوية الآلي. ويمكن للتهوية أن تعطي التأثير بالبرودة ببساطة وذلك باستبدال الدفء في الهواء بالبرودة.

٤,١,٨
التبريد بالهواء

نادراً ما تكون الحاجة، في المناخات الباردة للتبريد. أما في المناخات الدافئة فإن القصد هو المحافظة على أن يكون الهواء الداخلي أبعد من الهواء الخارجي، وهكذا لن يكون تبريد بواسطة التهوية. يمكن هذا ان يستخدم بنجاح، في الحال التي يكون فيها الهواء الخارجي ذو درجة حرارة ملائمة أو أقل من ذلك بقليل، أما في الفراغ فيكون الكسب الحراري الداخلي عالياً (مثال: في غرفة اجتماعات أو قاعة رقص) التي تسبب ارتفاعاً في درجة الحرارة الداخلية.

وكمثال على ذلك، نفترض أن درجة الحرارة الخارجية ١٨°م، ودرجة الحرارة الداخلية ارتفعت الى ٢٨°م، وهنالك كسب حراري داخلي مقداره ٥ كيلواط، مما يمكن من زيادة درجة الحرارة الداخلية مرة أخرى.

والاختلاف في درجة الحرارة:

$$\Delta T = 28^{\circ}\text{C} - 18^{\circ}\text{C} = 10^{\circ}\text{C}$$

الحرارة النوعية للهواء هو ١٣٠٠ جول/م³ درجة مئوية. وباستخدام معادلة الفقد الحراري بالتهوية (٣, ٢, ٣)

$$Q_v = 1300 \times v \times \Delta T$$

$$5000 = 1300 \times v \times 10$$

ولذلك يجب تزويد المكان بمعدل تهوية مقداره:

$$v = \frac{5000}{13000} = \frac{2}{3} \text{ م}^3/\text{ث} = 385 \text{ م}^3/\text{ث}$$

وإذا كانت سرعة الهواء هي ٢ م/ث فإن مقطع عمر الهواء يجب أن يكون

$$\frac{380 \text{ م}^3}{2 \text{ م/ث}} = 192 \text{ م}^3 = (0.30 \times 0.64 \times \pi) \text{ م}^3$$

ويمكن اختيار مروحة تعطي الحد الأعلى من التهوية من الفهارس المصورة للمراوح (الكتالوجات).

ويعتبر المثال السابق تقريباً فقط: المهندس الميكانيكي يعمل تسامح أو تجاوز للفقء بواسطة الاحتكاك من عمرات الهواء. (التدرج في سرعة الهواء والضغط).

طريقة أخرى للتبريد بواسطة حركة الهواء هي التبريد الفسيولوجي (المخاص بعلم الوظائف) (٤, ١, ٢) بواسطة توجيه مجرى هواء ذي سرعة معتبرة على سطح الجسم. وهذا يمكن تحقيقه بواسطة مراوح في السقف أو على مستوى مرتفع، وهي لا تزود الفراغ بهواء، ولكنها تولد حركة هواء.

مر بنا (٧, ٢, ٣) أن تبخر الهواء يؤدي الى امتصاص كمية كبيرة من الحرارة. التبريد البخاري ٤, ١, ٩ الحرارة الكافية للتبخير، بدرجة الحرارة العادية، حوالي ٢٤٠٠ كيلو جول/ كغم (2400 KJ/Kg)، للماء. ويمكن الاستفادة من هذه الظاهرة بنجاح في تبريد الهواء عندما يكون جافاً، بحيث تصبح الرطوبة مناسبة وتعمل على تحسين الظروف المناخية وهذه الحالة عادة تكون في المناخات الحارة الجافة.

يمكن أن يوضع في مقطع عمر الهواء رذاذ من الماء، في حالة التركيبات الآلية لتحقيق الحد الأعلى من الاتصال بين الهواء والماء. (يجب أن يتبع ذلك مجموعة من الواح الاسقاط التي سوف تستقطب وتقرر قطرات الماء من الممرات، بفعل مجرى الهواء السريع). ويمكن بذلك خدمة ثلاثة أهداف:

١. غسل الهواء، حيث تصطدم ذرات الهواء بذررات الماء فتتمسك بها، فتسقط وتزال بالماء الزائد (٧, ١, ٤).
٢. التبريد بالتبخير، كما هو موصوف بأعلاه.
٣. زيادة الرطوبة النسبية.

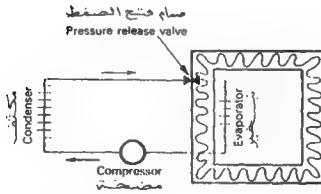
ويمكن في المناخ الحار الدافئ، أن يؤدي الهدف الأول، بينما يحدد الهدف الثاني جزئياً (حيث يكون الهواء رطباً، دون أن يأخذ رطوبة إضافية

كبيرة، خصوصاً اذا كانت درجة حرارته أقل في الوقت نفسه. ولكن الهدف الأخير، بالتأكيد، غير مرغوب فيه: لأنه سوف يزيد نسبة الرطوبة إلى درجة عالية جداً.

مثل هذا الرذاذ المائي يمكن أن يُستفَلَّ في المناخات الرطبة الدافئة فقط كوسيلة أولية للمعالجة، اذا أُريد زيادة رطوبته.

أبسط مثال للتبريد الآلي (الميكانيكي) هو الثلاجة المنزلية، مبينة في الشكل رقم (٤٥). يمرر غاز مناسب، يسمى المبرد، في دائرة مغلقة بواسطة مضخة. وفي العادة يستخدم غاز يسمى فريون ($\text{Freon CF}_2\text{CL}_2$) على الأقل في التركيبات الصغيرة. ولكن في وحدات التبريد الضخمة، مثل مخازن الثلاجات يستخدم غاز الأمونيا NH_3 أو غاز ثاني أكسيد الكربون CO_2 : ويعتبر الغاز الأول ساماً، فأي تسرب له يمكن أن يحدث مشكلات، والثاني يحتاج إلى ضغط عال.

٤٠١٠١٠
التبريد الآلي



الشكل (٤٥):
دائرة تبريد
(مضخة حارة)

ملف دافئ، أو مكثف
وملف بارد أو مبخر

ويوصل كلا الملفين، من جهة واحدة بالضاغطة وفي الجهة الثانية بصمام تخفيض الضغط ويبقى الملف الدافئ تحت ضغط عال والملف البارد تحت ضغط منخفض ويكون السائل في حالة سيولة تحت الضغط وفي حالة غازية تحت ضغط منخفض. وبدون تغيير لمحتوى الحرارة، فإن الضغط يزيد من درجة الحرارة، والتمدد يقللها. وعند تسيله فإنه يفقد الحرارة الكامنة للتبخير، وعند تبخره فإنه يمتص كمية مماثلة من الحرارة.

ويمكن أن توصف الدورة كمايلي :

أ (الضاغط

- ١ . تزيد الضغط
- ٢ . لا تغير في المحتوى الحراري .
- ٣ . درجة الحرارة، لتقل من صفر°م الى ٣٠°م .

ب (المكثف

- ١ . لا زيادة في الضغط .
- ٢ . عند التكثيف، يفقد الحرارة الكامنة فتبدد الى المحيط .
- ٣ . درجة الحرارة، من ٣٠°م الى أقل من - ٢٦°م .

ج (صِمام الضغط

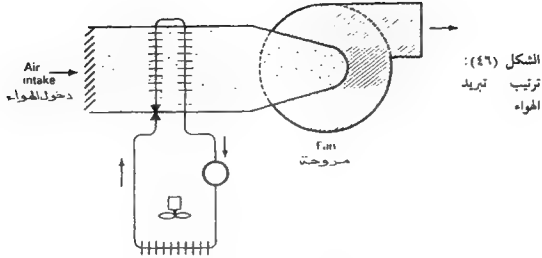
- ١ . يسمح للسائل فقط أن يرتفع فوق ضغط محدد، وبذلك يضمن ضغطاً منخفضاً في المبخر .
- ٢ . لا تغير في محتوى الحرارة .
- ٣ . درجة الحرارة، من ٢٦°م الى أقل - ٤°م .

د (المبخر .

- ١ . لا تغير في الضغط .
 - ٢ . في التبخير، تمتص حرارة كامنة .
 - ٣ . تؤخذ الحرارة من المحيط .
 - ٤ . درجة الحرارة من - ٤°م الى أقل من صفر°م .
- إذا وضع الملف المبخر في ممر لتحويل الهواء (بدلاً من خزانة الثلجة)،
فان الهواء الذي يهب في الممر سوف يبرد (الشكل ٤٦) .

٤.١.١١
قياس سعة التبريد
إن طن تبريد، يُعدُّ مقياساً مطلقاً لقياس سعة التبريد أو معدل تدفق الحرارة في التبريد، ولكنه لا يزال يستخدم حتى الآن في معظم المراجع . وقد وضح اشتقاقه ومعناه في الجزء ٦، ١، ٣، ولكن من المفيد استعادة ذلك .

طن تبريد = ٣٥١٦ واط
أو تقريباً = ٣٥٠ كيلوا واط



ويجب عند النظر الى فهارس معلومات المصانع أن لا تسبب أي حيرة أو خلط عندما نرى بعض المفردات مثل :
سعة التبريد ٥٠ كيلواط
قدرة الضاغطة ٢٣ كيلواط

وليس المقصود أن القدرة التي تساوي ٥٠ كيلواط يمكنها ان تنتج ٢٣ كيلواط . ولكن في وحدة التبريد أو في مصنع التبريد فان محرك كهربائي قدرته ٢٣ كيلواط يمكنه أن يقوم بإزالة الحرارة أو التخلص منها بمعدل ٥٠ كيلواط .

إذا أريد تبريد الهواء في مكان ما ، فان هذا المكان يجب أن يكون مغلقاً تماماً ، والا فان البرودة في الهواء الداخلي والدفع في الهواء الخارجي سوف يختلطان . وإذا كانت الأبواب والنوافذ مغلقة ، فان الهواء النقي اللازم للسكان يجب أن يمّون آلياً . ولذلك فان التبريد يجب أن يصاحب نظام التهوية الميكانيكية .

٤,١,١٢
المفضلات
المصاحبة
للتبريد

إذا كان الهواء الخارجي بدرجة حرارة عالية (٣٠°) وبرطوبة متوسطة (٦٠٪) ستكون حالته في نقطة الأخذ . وإذا أريد تبريده إلى ١٨°م ، فان رطوبته النسبية ستزيد . وتصل إلى درجة الاشباع على درجة ٢١,٥°م ، ولذلك بزيادة التبريد فان بعضاً من رطوبته سوف تتكاثف وفي النهاية نحصل على هواء درجة حرارته ١٨°م برطوبة نسبية مقدارها ١٠٠٪ . وحيث أن الرطوبة المطلقة على درجة حرارة ٢١,٥°م هي ١٦ غم/ كغم ، وهي في درجة

حرارة ١٨°م ورطوبة نسبية ١٠٠٪/ تساوي ١٣ غم / كغم، فإن ٣ غم من الرطوبة تتكاثف من كل كغم واحد من الهواء المار خلال المبرد. يمكن لهذا التكثيف أن يصرف بعيداً، ولكن الرطوبة النسبية العالية (١٠٠٪) من الهواء الممول سوف تسبب ازعاجاً حاداً.

	To:C	RH%	AH: g/Kg	
	درجة حرارة °م	رطوبة نسبية %	رطوبة مطلقة غم / كغم	
	٣٠	٦٠	١٦	
تبريد	٢١,٥	١٠٠	١٦	تكثيف
	١٨	١٠٠	١٣	

إن الظروف التي نجدها هواء جاف بدرجة حرارة ١٨°م، ورطوبة نسبية ٦٠٪. والطريقة الوحيدة للتخلص من رطوبة الهواء هي إجبارها على التكثيف. وهذا يمكن أن يحدث بالتبريد فقط. عندما يبرد الهواء الى درجة الندى، فإن النقطة التي توضح حالته على مخطط مقياس رطوبة الجو (الشكل ١٢) سوف تتحرك افقياً باتجاه الشمال. وعندما تصل نهاية المنحني، على خط ١٠٠٪ رطوبة نسبية، فإنها تكون قد وصلت نقطة الندى. ويزيادة التبريد فانه يسبب في تحريكها باتجاه المنحني ١٠٠٪ رطوبة نسبية، إلى أسفل وإلى الشمال. والحركة باتجاه تبين ان الرطوبة قد تكثف. أي أن الرطوبة المطلقة قد قلت. ما العمل في هذه الحالة؟ هل يبرد الهواء لدرجة أقل بكثير من ١٨°م (DBT) للتخلص من الرطوبة ثم إعادة تسخينه الى ١٨°م، بدون أية اضافة للرطوبة وبذلك تنخفض الرطوبة النسبية. والسؤال الآن هو إلى أي مدى يلزم تبريده؟ أولاً يجب إيجاد قيمة الرطوبة المطلقة المناظرة للظروف المرغوبة، إيجاد درجة الحرارة التي تجعل هذه الرطوبة تسبب تشبع الهواء وذلك من مخططات مقياس رطوبة الجو.

كل ذلك يمكن عمله باستخدام مخطط مقياس رطوبة الجو بدون أية حسابات. اذا عرفنا اثنتين ممايلي: درجة حرارة الهواء (DBT) والرطوبة النسبية (RH)، والرطوبة المطلقة (AH) ودرجة حرارة الهواء الرطبة (WBT) والكميتان الأخرتان يمكن إيجادهما من المخطط. ويمكن توضيح الطريقة بالمثال التالي: القيم الموضحة بالخط التخزين مستخرجة من مخطط مقياس الرطوبة.

٤,١,١٣

إزالة الرطوبة

AH	RH %	DBTC	
الرطوبة المطلقة غم/كغم	الرطوبة السبية %	درجة حرارة الهواء °م	
١٣	٦٥	٢٥	الظروف المعطاة
٧ر٨	٦٠	١٨	الظروف المرغوبة
٧ر٨	١٠٠	١٠ر٥	بردت الى
٧ر٨	٦٠	١٨	أعيد تسخينها

ويشكل طارئ يمكن إيجاد أن ١٣ - ٧ر٨ = ٢ر٥ غم/كغم من الرطوبة سوف يتكاثف.

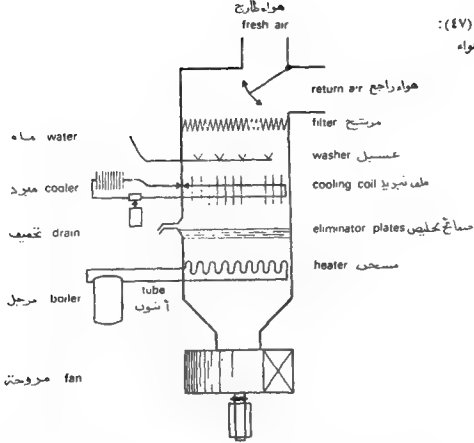
لقد وُضِعَ من قبل، أن إدخال الهواء إلى الغرفة أو إلى بناية ما يكون باستخدام الطرق الآلية :
المروحة أو المرشح المتحرك
القاسلة
المُرطَّب
المبرّد
الجففت
المسخّن أو إعادة التسخين.

٤.١.١٤
تكيف الهواء

المقطع المعبر للالة التي تقوم بهذه الأعمال جميعها هو وحدة معالجة الهواء، ويشار إلى التركيبات بتكييف الهواء. ويدون التجفيف فان النظام لا يسمى تكييف الهواء.

يبين الشكل ٤٧ التنظيم التخطيطي لتكيف هواء. وكقطعة آلية واحدة، يمكن أن يكون موجوداً على شكل صندوق أو وحدة مكيف، يمكن أن تبنى في الحائط أو النافذة أو كوحدة تكييف كبيرة، فان كل جزء منه يمكن أن يكون وحدة منفصلة، يمكن أن تجمع هذه الأجزاء بالحجم والسعة المناسبة بالترتيب المطلوب.

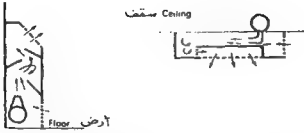
الشكل (٤٧):
مكيف هواء



وبصفة أساسية فإن التركيبات لبناية ما يمكن أن نأخذ أحد الأشكال الثلاثة التالية :

- ١ . استعمال مركزي : أي أن جميع الوظائف السابقة الموضحة بالشكل (٤٧) تؤدي بواسطة وحدة مركزية ويوزع جميع الهواء المطلوب خلال نظام ممرات .
- ٢ . استعمال محلي : حيث وحدة المرجل والتلاجة مركزية وحيث الماء الساخن والبارد يدور الى وحدات هواء مركزية ، كل وحدة تخدم جزءاً معيناً من البناية (حيث تستعمل ممرات أقل بكثير من السابق) .
- ٣ . النظام الحثي " : حيث يعالج جزء بسيط من الهواء المطلوب مركزياً ، ولكنه يجمّد أو يسخّن أو يبرّد الى حدود أبعد من المستوى المطلوب . يوزع هذا الهواء خلال ممرات دائرية صغيرة المقطع بسرعة كبيرة وقبل أن يفرغ يخلط بهواء .

• تسخين المادة أو تبريدها بمرور التيار الكهربائي خلالها بالحث .



الشكل (4A):
وحدات حث

بشكل مبسط، فإن التحكم بوحدة المبرد يمكن أن يتم يدوياً بتحريك بعض الأزرار. وبشكل متطور فإن تركيبات تكييف الهواء أصبحت منظمة بنفسها (موزونة) ولمثل هذا النظام ثلاثة أجزاء رئيسية:

١. جهاز الاحساس : من موازين حرارة، أو موازين رطوبة، وهي تراقب الأحوال الجوية بصفة مستمرة وترسل المعلومات الى وحدة التحكم.
٢. وحدة التحكم : وتستقبل المعلومات السابقة، وتقوم بالتعديلات والتعويضات الضرورية في بعض البرامج استناداً إلى التعليقات الصادرة.
٣. الآلات المؤازرة : كالصمامات الآلية، ومفاتيح التحويل، والمخمدات (dampers)، التي تقوم بتطبيق التعليقات السابقة وتنظم جميع العمليات كسرعة المرواح، ومعدل تدفق الهواء، ودرجة حرارة التبريد أو التدفئة، ثم معدل عمل المرجل أو وحدة التبريد كنتيجة لذلك . . . الخ.

إن الكسب الحراري يختلف من واجهة إلى أخرى في المبنى. وقد يعتمد الفقد الحراري على اتجاه الرياح. ويمكن أن يتراوح الكسب الحراري الداخلي من جزء إلى آخر من المبنى. ومن الواضح في الوقت نفسه أن الأجزاء المختلفة والفرغات المختلفة من المبنى تحتاج إلى وحدات تحكم حرارية خاصة بها. وهكذا فإن نظاماً متطوراً يتطلب تقسيم المبنى إلى مناطق عديدة لكل منها جهاز مراقبة وتحكم مستقل.

وفي بعض الحالات الشاذة التي يمكن أن تحدث فإن الجزء الشمالي من المبنى يحتاج إلى تدفئة، بينما يكون الجزء الجنوبي ذا حرارة زائدة ويحتاج إلى تبريد. ولمثل هذه الحالات المتباينة، فإن التطور الحديث «فكرة الطاقة الكلية» يحتاج لأن تكون المناطق المختلفة من المبنى مترابطة، وإذا كان الوضع إلى هذه الدرجة من الاختلاف فإن الحرارة الزائدة من منطقة معينة يجب الانتفاع بها في تدفئة المناطق الباردة.

٤, ٢ التحكم الانشائي

- ٤, ٢, ١ الحاجة الى التحكم الانشائي
 - ٤, ٢, ٢ المزل الحراري
 - ٤, ٢, ٣ السعة الحرارية
 - ٤, ٢, ٤ التحكم الشمسي
 - ٤, ٢, ٥ التوجيه
 - ٤, ٢, ٦ الستائر الداخلية والبرادي
 - ٤, ٢, ٧ الزجاج الماص للحرارة
 - ٤, ٢, ٨ أنواع أخرى من الزجاج الخاص
 - ٤, ٢, ٩ تأثير زاوية السقوط
 - ٤, ٢, ١٠ موقع الشمس
 - ٤, ٢, ١١ زاوية السقوط
 - ٤, ٢, ١٢ زوايا الظلال
 - ٤, ٢, ١٣ وسائل التظليل
 - ٤, ٢, ١٤ تصميم وسائل التظليل
-

«ان استعمال وحدات تكييف الهواء بشكل كبير لتصحيح الأخطاء التي يمكن تداركها عند تصميم المبنى للتقليل من صدمة المحيط لا يختلف من حيث المبدأ عن استعمال واجهة حجرية لاختفاء إنشاء خرساني «قبج» [٥٤] ان المناخ . . . يمثل تحدياً للمعماري الذي لا يعتبر أن الأجهزة الميكانيكية هي بديل التصميم الجيد» [٥٥].

إن هذه العبارات تعبر عن موقف يعكس بأدب المهنة وخلق سام للتصميم المعماري . وقد توصل اولجي (V. Olgyay) الى نتيجة مشابهة بطريقة نشطة «نحن لا نتوقع أن نحل العضلات الناتجة من الظروف المناخية المحيطة غير المريحة، بالطرق الطبيعية فقط، إن للعناصر المحيطة المساعدة لنا لها حدودها، ولكن يتوقع من المعماري أن يبني المأوى بطريقة يستغل بها أفضل الامكانيات الطبيعية المتاحة» [٥٦].

وقد لخص وستون (E.T. Weston) ذلك بطريقة موجزة حيث قال : «كلما قل استعمال الأجهزة والوقود كانت النتائج مرضية أكثر» [٥٧].

بالاشارة إلى الشكل (٤٤) (٢-١-٤)، يمكننا أن نلخص أهداف التحكم المناخي فيما يلي :

لتأكيد أفضل ظروف مناخية داخلية بالاعتماد على التحكم الانشائي (Passive) الذي يمكن أن يجنبنا الحاجة إلى أية وسائل تحكم آلية (active) ، ولو لم يكن هنالك بد من استعمال أساليب التحكم الآلية فإن هدفها سينخفض الى الحد الأدنى . وسوف تختبر وسائل التحكم الانشائي (Passive) المختلفة للمحيط الحراري في الفقرات التالية :

إن المنشأ ذو قيمة (U) صغيرة (انتقال الحرارة من الهواء الى الهواء)، سوف يقلل جميع أنواع توصيل الحرارة خلال الحواجز الخارجية للمبنى . مثل هذا التوصيل الحراري سوف يكون بكمية كبيرة اذا كان الاختلاف في درجات الحرارة (الخارجية والداخلية) كبيراً . ولكن إن كان الاختلاف في درجات الحرارة صغيراً فإن تدفق الحرارة سوف يكون ضئيلاً على كل حال . وهنا فإن زيادة المواد العازلة لن تؤثر على تقليل ذلك التدفق تأثيراً كبيراً .

وعلى كل حال، فمن المستحسن أن نتذكر، أنه في حالة الكسب الحراري، وبوجود إشعاع شمسي كبير، فإن قيمة درجة حرارة الهواء - الشمس

(sol-air temperature) التي يجب ان تستخدم لاجناب الفرق في درجات الحرارة - تؤثر كقوة باعثة لتدفق الحرارة ويمكن ان تكون كبيرة، ونتيجة لذلك فقد يكون العزل في هذه الحالة مهما.

يكون العزل أكثر تأثيراً تحت الظروف الثابتة، أو على الأقل يكون اتجاه تدفق الحرارة ثابتاً لفترة زمنية طويلة، وخصوصاً في المباني المكيفة هوائياً تكييفاً حاراً أو بارداً. وحيث يكون اتجاه تدفق الحرارة معكوساً مرتين كل ٢٤ ساعة، فان العزل لن يكون ذا أهمية.

الظروف التي يكون فيها التغير اليومي في درجات الحرارة كبيراً، فان أهمية السعة الحرارية تكون أعظم بكثير من أهمية العزل. إن بعض المؤلفين يشيرون الى تأثير السعة الحرارية بالعزل السعري (capacitive insulation)، كتقيض العزل المقاوم (resistive insulation) التي تزودها المواد ذات التوصيلية الضعيفة والمنشآت ذات معامل الانتقال القليل.

٤,٢,٣

السعة الحرارية

إن نظرية تدفق الحرارة الدوري، وفكرة التخلف الزمني (time-lag) وفكرة معامل التناقص قد قدمت في الفصل (٣,٣). وهنا يمكن ان نسأل: ما قيمة السعة الحرارية، وما هي قيمة التخلف الزمني المرغوب؟ إن هنالك نقطة عادة ما تغفل، وهي أن السعة الحرارية يمكن أن تكون كبيرة، والتخلف الزمني يمكن أن يطول. وعلى سبيل المثال، هنالك حائط يواجه الشرق، فانه يستقبل حرارته القصوى في الساعة العاشرة، فان تخلفاً زمنياً مقداره عشر ساعات، سوف يسبب زيادة درجة حرارة الفراغ الداخلي الى الحد الأقصى في الساعة الـ ٢٠، حيث يمتثل أن تكون شديدة الحرارة على كل حال وهنا فان السكان يريدون النوم ولكنهم لا يستطيعون*.

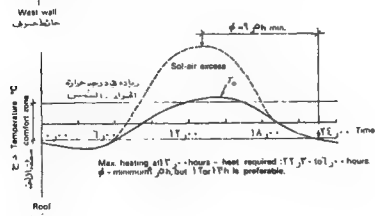
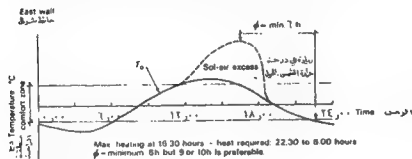
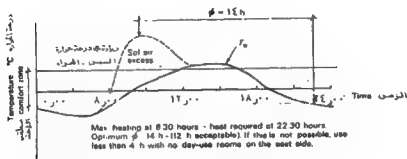
ويمكن الاجابة عن هذا السؤال برسم مخطط التغير في درجات الحرارة الخارجية (sol air)، لكل حائط وتقدير الوقت الذي تكون فيه درجة الحرارة الداخلية بعدها الأقصى وتكون بحاجة لتصحيح. يبين الشكل (٤٩) مثلاً مثل هذا المخطط وموضحاً عليه الاستدلال لاستنتاج تخلف زمني مناسب.

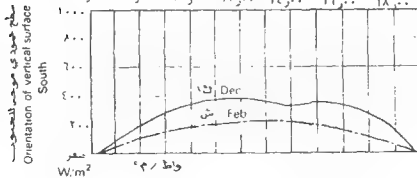
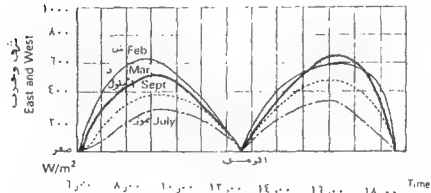
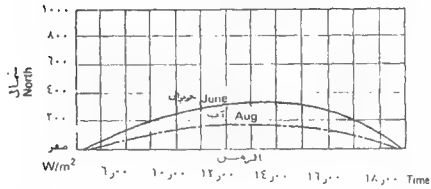
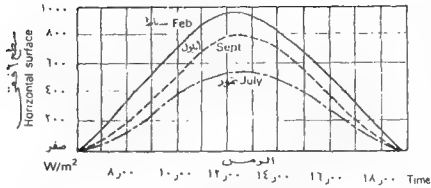
* في الحقيقة، غالباً ما يحدث، ان الناس في المناطق الحارة المحاطة بنامون فوق الاسطح او تحت سقف خفيف فوق اسطح المنازل، على الاقل حتى منتصف الليل. وبعد ذلك قد ينامون في داخل المنازل، حيث تكون درجة الحرارة الخارجية قد بردت برودة مزعجة، وتكون المنازل قد بردت الى درجة حرارة مقبولة.

يمكن أن نجتمع بين تأثير الاشعاعات على أسطح مائلة وتأثير الهواء الدافئ باستعمال فكرة درجة حرارة الهواء الشمس (sol-air) (١٨, ١, ٣). إن قيمة درجة حرارة الهواء - الشمس تتأثر بعوامل يمكن أن يتحكم بها المصمم: كالامتصاص وتوصيلية الأسطح. يبين ملحق (٦, ٥) أن لاختيار اللون تأثيراً قليلاً، بينما يكون اختيار المواد ذا تأثير أكبر (انظر ١٦, ١, ٣). والاختلاف في توصيلية السطح ذو تأثير اقل، ولكن الأسطح ذات الامتصاصية الأقل، ومعامل التوصيلية الأكبر تقلل تأثير حرارة الشمس.

٤.٢.٤
التحكم
الشمسي

المشكل (٤٩).
تحديد زمن
التخلف
المطلوب





وعلى كل حال، فإنه حتى بالنظر الى مثال بسيط، انظر ٩، ٢، ٣، فإنه من الواضح أنه بالرغم من بعد مصدر الكسب الحراري العظيم، فإن أشعة الشمس يمكنها أن تدخل عبر النافذة. إن هذا في الحقيقة يزيد من درجة حرارة الفراغ الداخلي أكبر بكثير من درجة الحرارة الخارجية، ويحدث ذلك حتى في المناطق المعتدلة، خلال ما يسمى بتأثير البيت الأخضر (greenhouse effect). لأن زجاج النوافذ بشكل خاص يسمح بنفاذ الأشعة القصيرة (short-wave) تحت الحمراء المنبعثة من الشمس، ولكنه يكاد لا يسمح بنفاذ الأشعة الطويلة (long-wave)، والمنبعثة من الأجسام في داخل الغرفة. ونتيجة لذلك فإن حرارة الاشعاع حالما تدخل خلال النافذة، تبقى في داخل المبنى كأن المبنى مصيدة لها. فإذا كانت الحرارة الزائدة المسببة من الشمس معضلة، كما هي الحال في المناخات المدارية، فإن هنالك أربع طرق متوافرة لتقليل الكسب الحراري في النوافذ، أو أربع متغيرات هي جميعاً ضمن تحكم المصمم:

١. التوجيه وحجم النوافذ.
٢. الستائر الداخلية، والبرادي.
٣. الزجاج الخاص.
٤. كامرات الشمس الخارجية.

وسوف نناقش كل نقطة منها بالتفصيل في الفقرات التالية:

انه لمن المجدي أن نقارن بين الاختلاف في شدة الأشعة الشمسية على سطح أفقي وعلى حائط عمودي، باتجاهات مختلفة على شكل رسم بياني، كما هو موضح لموقعين: خط عرض ١° جنوب، وخط عرض ٣٣° جنوب (الشكل ٥١، ٥٠). الأول مبني على قيم مقاسة والآخر على قيم محسوبة، وكلاهما يوضح القيم القصوى (بافتراض سماء صافية). وعدم الانتظامية في الشكل الأول سببها تأثير الغيوم. ومع ذلك فإنه يمكن استنتاج الحقائق التالية من الشكلين البيانيين:

أ) في كلا الموقعين، وخصوصاً بالقرب من خط الاستواء، فإن السطح الأفقي يستقبل كثافة أكبر.

ب) على خطوط العرض العليا، فإن الحائط المواجه لخط الاستواء يستقبل الكثافة العالية الساقطة في الشتاء (عندما تكون أشعة الشمس منخفضة) ولكنها تستقبل كثافة قليلة جداً في الصيف.

٤، ٢، ٥
التوجيه

جـ) وعلى خط الاستواء، فإن الحواطط الشمالية والجنوبية تستقبل أقل كثافة ولفترة زمنية قصيرة من السنة.

د) الحواطط الشرقية والغربية تستقبل ثاني أعلى كثافة على خط الاستواء، وكثافة كبيرة ثابتة حتى على خطوط عرض أعلى.

والنتيجة التي يمكن أن نخرج بها أنه في الموقع الذي يقع ضمن خط الاستواء، إذا كان هنالك رغبة في تلاقي الكسب الحراري الشمسي، فإن النوافذ الرئيسية يجب أن تواجه الشمال أو الجنوب. وفي المناطق التي تقع على خطوط عرض أعلى، فإن التوجيه باتجاه يعاكس خط الاستواء سوف يستقبل شروق الشمس بنسبة أقل، ولكن قد يكون الحصول على بعض الكسب الحراري الشمسي في الشتاء، مرغوباً فيه، وعندما تكون الشمس منخفضة، فإن التوجيه صوب خط الاستواء قد يكون مفضلاً. وفي كلا الموقعين، فإن نوافذ قليلة والغرف التي ليست ذات أهمية كبيرة يجب أن توجه باتجاه الشرق أو الغرب. أن الكسب الحراري الشمسي باتجاه الغرب يمكن أن يكون، بشكل خاص، مبعث المتاعب؛ إذ أن كثافته القصوى تتوافق مع الفترة الزمنية ذات الحرارة القصوى في النهار.

اشتراط: إن الاستنتاج السابق صالح، حيثما تكون الشروط الأخرى متساوية. فإذا كان لا بد من الحصول على الرياح، أو كان المنظر الجميل يمكن الانتفاع به... الخ، فإن هذه الاعتبارات يمكن أن تطغى على اعتبارات التوجيه بالنسبة للشمس أحياناً.

لا تعتبر الستائر الداخلية والبرادي ذات أثر كبير في التحكم باشعة الشمس. إنما في الحقيقة توقف مرور الأشعة، ولكنها تمنص الحرارة الشسسية ويمكن أن ترتفع درجة حرارتها كثيراً. ويحمل جزء من الحرارة الممتصة بواسطة الهواء إلى الفراغ الداخلي، وجزء آخر يشع إن نصف هذا الاشعاع يشع إلى الخارج، ولكن لما كانت موجته طويلة فإنه يُمنع من ذلك بواسطة زجاج النافذة. ويكون الفراغ الضيق بين النافذة والستائر ذا حرارة عالية. ويسبب سطح الستائر الحار ازدياداً في معدل درجة الحرارة المشعة (MRT) فوق درجة حرارة الهواء.

٤٠٢٠٦
الستائر والبرادي
الداخلية

وبشكل عام فإن معدل معامل الكسب الحراري* لنفاذ ذات زجاج مفرد هو:

$$\Theta = 72\% \text{ بدون وحدات تحكم في أشعة الشمس}$$

$$\Theta = 55\% \text{ بوجود ستائر معدنية [٥٨]، أي يواقع ١٧٪ تنزيل*}$$

أما الأسطح المصمتة (غير المنفذة) فإن جزءاً من الأشعة الساقطة يمتص والزجاج الماص ٤.٢.٧
والباقي ينعكس (٣٠, ١, ١٦). للحرارة

وأما الأجسام المنفذة، فإنها يمكن أن تمتص أو تعكس أو تنفذ. ويعبر عن نسبة الانفاذ، بعامل الانفاذية (t) (coefficient, transittance) وهكذا:

$$a + r + t = 1$$

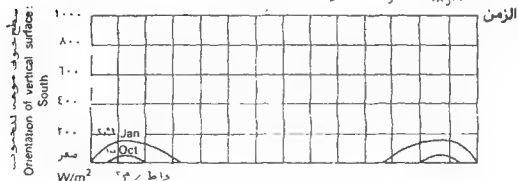
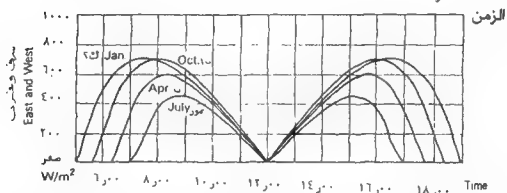
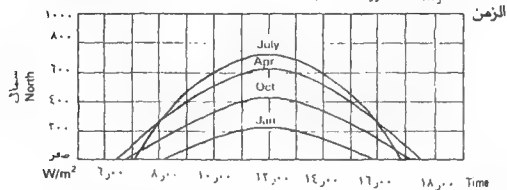
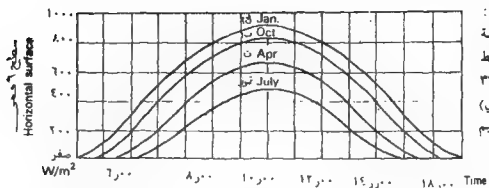
إن النوافذ ذات الزجاج العادي تنفذ جزءاً كبيراً من الأشعة التي أطوال أمواجها ما بين ٣٠٠-٣٠٠٠ نـم* أي أنه ينفذ الموجات المرئية والموجات تحت الحمراء القصيرة، ولكنها تنفذ كمية قليلة جداً حول، أو خارج نطاق تلك الموجات. إن نفاذيتها مختارة وهذه الاختيارية الانفاذية يمكن تعديلها بتغير مكونات الزجاج لتقليل نفاذية الزجاج خصوصاً الأشعة تحت الحمراء، رغم أنها لا تؤثر على نفاذية الاضاءة (الشكل ٥٢). ويشار لمثل هذا الزجاج بالزجاج الماص للحرارة.

يمكن للنفاذية أن تقل من ٧٤٪ = t إلى أقل من ٤٢٪ = t ولكن هنالك صعوبة واحدة، وذلك أن تقليل النفاذية بصاحبها جزء ممتص يماثل ذلك، ولهذا فإن كمية كبيرة من الحرارة تَمْتَصُّ من الزجاج ويمكن ان تصل حرارته الى درجة عالية. وسوف يشع جزء من هذه الحرارة ويحمل جزء آخر بواسطة الهواء للخارج وللداخل، ولذلك فإن التحسن الفعلي لهذا النوع من الزجاج لن يكون كبيراً مثل التقليل في النفاذية. وسوف تقل كمية الحرارة الداخلة، التي سمح لها بالدخول، أي مجموع الكسب الحراري من ٣٨٪ - ٦٨٪ كما هو موضح في الشكل (٥٣).

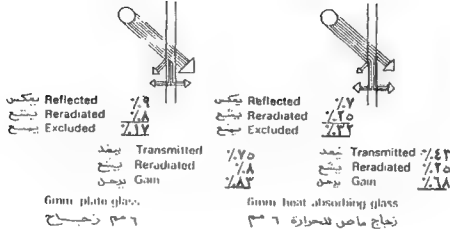
* معامل الكسب الحراري معرف في ٤-٩.

* لمزيد من المعلومات عن هذه الظاهرة راجع ارقام [٥٦]، [٥٨].

نـم = nanometer = ١٠^{-٩} م

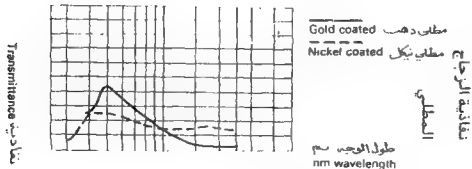


الشكل (٥٣):
الحساسة المنقولة
خلال الزجاج



لقد طُورت حديثاً عدة أنواع من الزجاج الذي يتلون للأضواء (Light sensitive glasses)، يحتوي على بلورات الهاليد (بلورات ملحية) التي لا ترى بالمجهر العادي [٦١]، حيث تتلون بالسواد عندما تتعرض إلى إضاءة قوية، وتعود فتصبح شفافة عندما تقل الإضاءة أو يزوال مصدر الضوء. لذلك فإن نفاذيتها تتراوح ما بين ٧٤-١٪. ويمكن أن يكون لهذا النوع من الزجاج مستقبل في التحكم في الشمس عندما يطور أكثر ويصبح اقتصادياً.

إن قيم النفاذية والانعكاسية . الخ المذكورة سابقاً وفي الملحق (٧) مستخدمة عندما تكون زاوية السقوط عمودية. ولكن عندما تكون زاوية سقوط الأشعة غير عمودية فإن معامل النفاذية (t) يقل. أما بالنسبة للأشعة المنتشرة فإن المعامل السابق لا يتأثر بزاوية السقوط.



الشكل (٥٤):
نفاذية الزجاج
المطلي

ولتحديد كمية الكسب الحراري خلال نافذة (شباك) فإنه يجب تعيين

مايلي:

la (W/m ²)	الطاقة الاشعاعية المباشرة الساقطة	٤٠٢٠٩
ld (W/ml)	الطاقة الاشعاعية المنتشرة الساقطة	ثاثير زاوية
β	زاوية السقوط	السقوط
t	النفاذية لزاوية سقوط معينة	
t'	النفاذية للأشعة المنتشرة	
a	الامتصاصية لزاوية سقوط معينة	
a ⁻	الامتصاصية للأشعة المنتشرة	
	ثم تجد مجموع المركبات التالية :	
$I_a \times t$	الطاقة الاشعاعية المباشرة × معامل النفاذية	
$\frac{I_a \times t}{2}$	الطاقة الاشعاعية من نصف كرة السماء × معامل	
$\frac{I_a \times a}{2}$	النفاذية المنتشرة .	
$\frac{I_a \times a}{2} \times \frac{1}{2}$	نصف الأشعة المباشرة المحتصة	

- فوق الخطوط العليا يمثل الانعكاس (r)
- تحت الخطوط المنخفضة يمثل النفاذية (t)
- بين الخططين الرفيعين (الامتصاص)
- الى الأعلى حتى الخط الثخين - عامل الكسب الشمسي شاملاً النفاذية + جزء من الطاقة المحتصة المتجهة نحو الداخل .

نصف الأشعة المنتشرة المحتصة

$$Q_s = A \left(I_a \times t + \frac{I_a \times t}{2} + \frac{I_a \times a}{2} + \frac{I_a \times a}{4} \right) \quad \text{فتكون}$$

ولتبسيط طريقة الحساب المطولة السابقة ، ادخلت فكرة معامل الكسب

الحراري solar gain factor (θ)

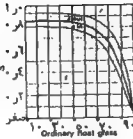
التي تعبر عن نسبة الحرارة الشمسية المسموح بها من قبل النافذة وبإي معان كانت . قيمة هذا المعامل لزاويا السقوط المختلفة يمكن إيجادها من المنحنيات المبينة في شكل ٥٥ [60] ، وتكون مجموع الاشعة الساقطة مضروبة

$$Q_g = A \times I \times \theta$$

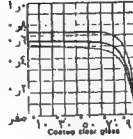
كما هو موضح في ٤، ٢، ٣.

الشكل (٥٥): معاملات الكسب الحراري

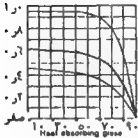
Above top line: reflectance (r)
Below lower line: transmittance (t)
Between two thin lines: absorbance (a)
Up to heavy line: solar gain factor including transmittance plus part of absorbed energy emitted inwards



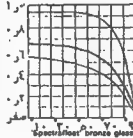
زجاج عادي



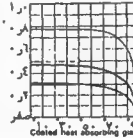
زجاج مطلي بظبي



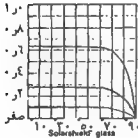
زجاج ماص للحرارة



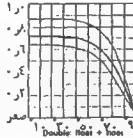
زجاج مبرنزج



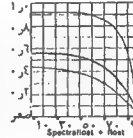
زجاج مطلي ماص للحرارة



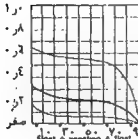
Solarselect glass



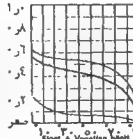
Double float + heat



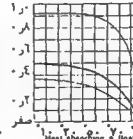
Spectralfloat + heat



Float + variation + float

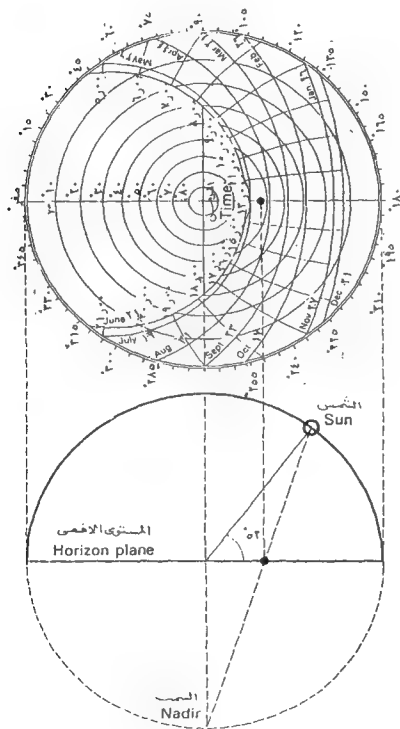


Float + Variation tint



Heat absorbing float

الشكل (٥٦): الأمشاط المجسم (خطوط الساعات مُعلّمة بالتوقيت البريطاني حيث معدل وقت جرينتش ١٢ ظهراً)



لايجاد زاوية سقوط أشعة الشمس، يجب إيجاد موقع الشمس بالنسبة لواجهة المبنى، في المكان والزمن المحددين. ويمكن تحديد موقع الشمس في نصف الكرة السماوية بتحديد زاويتين:

زاوية الشمس العمودية : Solar altitude angle γ

أي زاوية العمودية في نقطة المراقبة بين المستوى الأفقي وبين الخط الواصل بين الشمس والمراقب.

زاوية الشمس السمتية : Solar azimuth angle (a)

أي الزاوية في نقطة المراقبة، المقاسة على المستوى الأفقي بين اتجاه الشمال وبين نقطة على الدائرة الأفقية حيث تتقاطع مع قوس الدائرة العمودية في خط يمر بالسمت وموقع الشمس.

٤:٢٠١٠
أماكن الشمس

الزاوية السمتية للشمال = صفر أو 0°

الزاوية السمتية للشرق = 90°

الزاوية السمتية للجنوب = 180°

الزاوية السمتية للغرب = 270° . . . الخ.

ويمكن أن تقاس هاتان الزاويتان مباشرة في أي يوم من أيام السنة وفي أية ساعة من اليوم من الرسومات البيانية الخاصة بمرمرات الشمس، والمعطاة في الملحق ٨.

هنالك عدة طرق لتمثيل حركة الشمس الظاهرية ذات البعدين، ولكن طريقة الاسقاط، المعروفة باسم الطريقة المجسمة، قد اختيرت هنا لشيوع استعمالها. ويمثل الشكل ٥٦ طريقة الاسقاط: اختيرت نقطة نظير الشمس (nadir) كمركز للاسقاط، وأسقط موقع الشمس على نصف الكرة السماوية الظاهرة على المستوى الأفقي، والذي مثل بكرة أفقية.

وقد وضحت مرمرات الشمس المختلفة بواسطة مجموعة من المنحنيات الممتدة من الشرق الى الغرب (خطوط تغيير التاريخ) التي تتقاطع مع خطوط قصيرة تمثل خطوط الساعات وتمثل الدوائر المختلفة والمتحدة المركز مقياس الزوايا العمودية والمقياس الموضح على محيط الدائرة يعطي الزاوية السمتية.

مثال :

جد موقع الشمس على خط الاستواء الساعة ١٥.٠٠ في يوم ٢٢ كانون الأول
أ (اختر الرسم البياني المعلم عليه خط عرض صفر.

- ب) اختر الخط الذي يمثل يوم ٢٢ كانون الأول.
 ج) اختر الخط الذي يمثل الساعة ١٥,٠٠ وعلم تقاطعه على خط اليوم.
 د) اقرأ من الدوائر المتحدة المركز الزاوية العمودية - ٤٠°.
 هـ) ضع حداً مستقيماً بين مراكز الدوائر في الرسم البياني ماراً بالنقطة في الخطوة جـ الى المقياس على محيط الدائرة الخارجي واقرأ الزاوية السمتية ٢٣٩.

٤,٢,١١ زاوية السقوط
 من هاتين الزاويتين، يمكن تحديد موقع الشمس بالنسبة لسطح الحائط وفي أي اتجاه (وبذلك فان زاوية السقوط) يمكن تحديدها.

المركبة الأفقية لزاوية السقوط (٥) هي الفرق بين الزاوية السمتية للشمس والزاوية السمتية للحائط. اذا استعمل المثال السابق، وكان الحائط يواجه الغرب (٢٧٠°).

وتكون المركبة العمودية هي نفسها الزاوية العمودية للشمس α_s .
 بالاشارة الى الشكل ٥٧، فان زاوية السقوط β أي الزاوية ما بين الخط العمودي للحائط واتجاه الشمس - يمكن إيجادها باستعمال معادلة جيب التمام الكروية

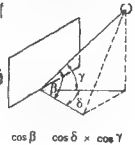
وفي مثالنا :

$$\text{جتا } \beta = \text{جتا } ٣١ \times \text{جتا } ٤٠ = ٠,٨٥٧٢ \times ٠,٧٦٦ = ٠,٦٥٦٦$$

$$\beta = ٤٩^\circ$$

ونستفيد من هذه الزاوية في اختيار معامل الكسب الحراري المناسب في حسابات الكسب الحراري خلال النوافذ وحسابات الأشعة الساقطة على أسطح مائلة، مثلاً يحدث عند تحديد درجة حرارة الشمس - الهواء (Sol-air).
 ويجب ضرب شدة الأشعة المقاسة على سطح عمودي في اتجاه الأشعة في زاوية السقوط هذه (انظر ١,١,٥).

الشكل (٥٧):
 زاوية السقوط



ويمكن تحديد أداء عناصر التحكم في الظلال باستعمال زاويتين : زاوية الظل الأفقية وزاوية الظل العمودية . وكلاهما يقاس بواسطة خط عمودي على الواجهة، وتحديدان الحدود، التي خلفها تحجب الشمس، ولكن في حدودهما يمكن للشمس أن تصل الى النقطة المعبرة .

★ زاوية الظل الأفقية (δ) التي توضح عناصر الظل العمودية (شكل ٥٨)، وهي الفرق بين زاوية الشمس السمتية وزاوية الحائط السمتية التي هي نفسها المركبة الأفقية لزاوية السقوط .

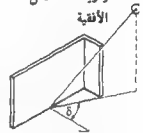
★ زاوية الظل العمودية (ϵ) التي تصف عناصر الظل الأفقية مثل اسقاط جزء أفقي طويل من الحائط، وهي تقاس على مستوى عمودي، وعمودي على الواجهة المعبرة، (الشكل ٥٩) ويجب التمييز بوضوح بين زاوية الشمس العمودية (γ) وزاوية الظل العمودية (ϵ) . الأولى تصف موقع الشمس بالنسبة للأفق، بينما تصف الثانية أداء أحد عناصر الظل، وتتساويان عددياً فقط عندما تكون الشمس مقابل الحائط مباشرة (أي عندما تكون الزاوية السمتية للشمس مساوية للزاوية السمتية للحائط ($\alpha = \omega$) أي عندما يكون الفرق بين الزاويتين مساوياً صفراً ($\delta = 0$) . ولجميع الحالات الأخرى، أي عندما تكون الشمس مائلة عن الحائط من العمودية، فإن زاوية الظل العمودية تكون دائماً أكبر من زاوية الشمس العمودية، لأنها تظل مؤثرة $\epsilon > \gamma$. ويمكن توضيح العلاقة بينهما كمايلي :

وبذلك، اذا عرفت أحدهما، فيمكن حساب الأخرى شريطة أن يكون الفرق بين الزاوية السمتية للشمس والحائط (δ) معروفة .

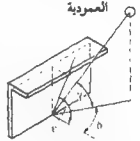
وتعطي منقلة زوايا الظل (وهي موجودة في الغطاء الخارجي الخلفي للكتاب وتستعمل مع منحنيات الشمس الموضحة في الملحق ٨) تعطي هذه الزوايا على مستوى أفقي باستعمال اسقاط ثلاثي الأبعاد، وبمقاس ممرات الشمس نفسها أو منحنيات الشمس . أو بتعبير أدق فإن هذه المنقلة تبين الاختلافات المختلفة للفروق في الزوايا السمتية (δ) والزوايا العمودية للشمس (γ) حيث تكون زاوية الظل المعينة فعالة .

ويعطي المقياس المحيطي زوايا الظل الأفقية (δ) وحتى - ٩٠° لليسار و + ٩٠° لليمين بالنسبة لخط المركز . وتبين الخطوط القوسية زوايا

الشكل (٥٨):
زاوية الظل
الأفقية



الشكل (٥٩):
زاوية الظل
العمودية



γ = solar altitude angle
 ϵ = vertical shadow angle
 $\tan \epsilon = \tan \gamma \times \sec \delta$

الظل العمودية (ϕ) من صفر، التي تعطي الدائرة الأفقية، إلى 90° ، والتي تعطي ذروة الشمس. فإذا وضعت فوق منحنى الشمس (ملحق ٨) فإن زوايا الشمس المناظرة يمكن أن تقرأ مباشرة.

وبين الجدول التالي ملخصاً للزوايا المستعملة في الفقرات المتقدمة.

الزوايا بالرجوع إلى علاقتها بالاحداثيات :	
γ	زاوية الشمس العمودية (من الأفق)
α	زاوية الشمس السمتية (من الشمال)
ω	زاوية الحائط السمتية (التوجيه)
الزوايا بالنسبة للحائط :	
δ	الفرق في الزاوية السمتية (زاوية الظل الأفقية)
β	زاوية السقوط
ϵ	زاوية الظل العمودية

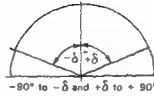
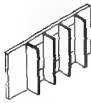
لقد نوقشت العناصر الداخلة تحت عنوان الستائر والبرادي (٤، ٢، ٦) وسناقش هنا العناصر الخارجية. ويمكن تقسيم هذه العناصر إلى ثلاثة أنواع أساسية :

١. العناصر العمودية.
٢. العناصر الأفقية.
٣. العناصر المصدقة (الأفقية والعمودية).

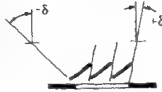
٤، ٢، ١٣
عناصر الظل

تتكون العناصر العمودية من عوارض (كالأباجور) أو زعانف بارزة بشكل عمودي. وتستعمل زاوية الظلال الأفقية (δ) لقياس كفاءتها. ويمكن للعوارض أو الزعانف المتقاربة القصيرة، أن تعطي كفاءة العوارض المتباعدة الطويلة نفسها.

وباستعمال منقلة زوايا الظلال، يمكن بيان منطقة الظلال لعوارض معينة. وللعناصر العمودية (العوارض والزعانف) فإن ذلك ما يعرف بالقطاع الخاص كما هو مبين في الشكل ٦٠. فإذا عمل هذا القطاع بمقاس المنقلة نفسها على ورق شفاف، يمكن أن توضع مباشرة فوق مخطط الشمس



الشكل (٦٠):
عناصر
الظل
العمودية



المناسب، ويمكن أن تقرأ ساعات الظل لاحدى عناصر الظل (الأيام والساعات) مباشرة. وتعدُّ هذه الطريقة سريعة جداً لتحديد زوايا موقع الشمس.

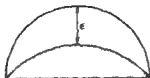
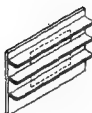
وسوف يظهر فيما بعد أن هذا النوع من العناصر يكون أكثر كفاءة عندما تكون الشمس باتجاه جهة واحدة من الواجهة، مثل الواجهات الشرقية والغربية. وإذا عملت عناصر عمودية لتعطي ظلال مؤثرة، إذا كانت الشمس مواجهة للحائط، فإنها في هذه الحالة سوف تغطي النافذة كاملة.

أما العناصر الأفقية فيمكن أن تكون مظلات، أو عوارض أفقية، أو ستائر معدنية خارجية. وتقاس كفاءتها باستعمال زاوية الظل العمودية (ε). وتحجب الظلال على شكل قطاع من دائرة كما هو موضح في الشكل (٦١). هذه العناصر الأفقية تكون مؤثرة بشكل أفضل عندما تكون الشمس مقابلة للمبنى وعلى ارتفاع كبير، كالحوائط الجنوبية والشمالية. أما إذا كانت الشمس منخفضة فإن هذه العناصر يجب أن تغطي الشباك بأكمله، وتسمح بالنظر الى اسفل فقط.

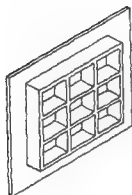
أما العناصر المصندقة فهي عناصر أفقية ورأسية مشتركة (الشكل ٦٢). ويمكن للوحدات الزخرفية والمخزومة أن تندرج تحت هذا النوع. يبين الشكل (٦٣) طريقة تحديد حجب الظلال لنوع متوسط من هذه العناصر. وهذه يمكنها أن تكون مؤثرة في أي اتجاه وذلك يعتمد على المقاسات التفصيلية.

الخطوة الأولى، يجب تحديد الوقت الذي يحتاج فيه الى التظليل، في أي

٤.٢.١٤
تصميم عناصر
الظل



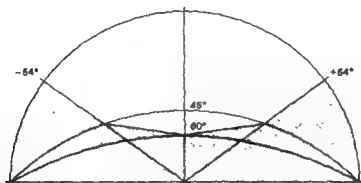
الشكل (٦١):
عناصر الظل
الألوية



الشكل (٦٢):
عناصر الظل
المصدقة



الشكل (٦٣):
طريقة تصميم
العناصر
المصدقة



مركبة عليها

خطوط ورجان المحارة



وقت من السنة وفي أي ساعات من النهار. وأفضل دليل لذلك هو تعريف الحرارة الفائضة. ويمكن أن يتم ذلك بسهولة تامة، اذا كانت معلومات المناخ موجودة. يمكن أن نرجع الى التحليلات المقدمة عن الحديث عن درجة الحرارة المؤثرة (ET)، والموضحة في الشكل (٣٦)، والتي توضح منحنيات درجات الحرارة اليومية وكخطوة منفصلة لكل فصل. وكبديل لذلك، يمكن عمل منحنيات درجات الحرارة الكنتورية، كما هو مبين في الشكل (٣٨).

ويمثل الأخير مجموعة من المحاور، الأفقية تبين خطوط الأشهر، والعمودية تبين خطوط الساعات، حيث تتصل النقاط ذات درجات الحرارة المتساوية بمنحنيات. وكذلك مخطط منحنيات الشمس موضحة بخطوط أفقية تبين الأشهر (الأيام) والخطوط العمودية توضح الساعات، وبما أن هذه المنحنيات ليست خطوطاً مستقيمة فإنها لا تؤدي إلى أي اختلاف. ويمكن نقل الفترة الحارة في المخطط ثلاثي الأبعاد، مع الخطوط الكنتورية التي تمثل درجة الحرارة المؤثرة - يمكن نقلها إلى مخطط ممرات الشمس (الشكل ٦٤).

وكما هو الحال في مخطط ممرات الشمس، حيث يمثل كل خط يومين مختلفين، ويمكن أن يقسم المخطط الكنتوري إلى مخططين، أحدهما للأشهر من كانون الثاني حتى حزيران والآخر يمثل الأشهر من تموز حتى كانون الأول. يمكن لهذه المنحنيات أن توضع على ورق شفاف لاستعمالها في المستقبل.

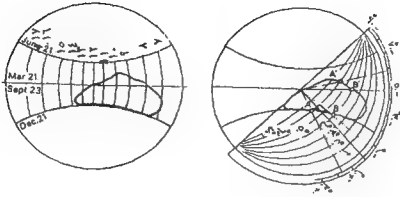
يجب ملاحظة أنه لا يمكن التقليل نهائياً من الكسب الحراري من أشعة الشمس، فإنه ينصح لتحديد الفترة الحارة، من أجل أهداف تصميم الظلال وذلك باستخدام درجات الحرارة المتساوية، والمناظرة للمنطقة المحددة السفلى من منطقة الراحة عندما ندرس الظلال على واجهة مبنى سوف توضع في المسقط بدلالة خط يقطع مركز المخطط.

لقد تم توضيح الفترة الحارة على مخطط ممرات الشمس. تطبق منقلة زوايا الظلال فوق المخطط. يمكن قراءة الزاويتين الأفقية (٥)، والعمودية (٤) اللتين توضحان الحجب الذي يغطي المنطقة الحارة. $\epsilon = ١٦$ تغطي الفترة جميعها.

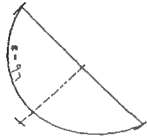
الشكل (٦٥)

تطبيق حجب

الظلّال



لقد وضحت المنطقة الحارة على مخطط ممرات الشمس • تطبق منقلة زوايا
الظلّال فوق المخطط • يمكن قراءة الزاويتين الأفقية (ϵ) ، والمعمودية (δ)
اللتين توضّحان الحجب الذي ينطوي المنطقة الحارة •

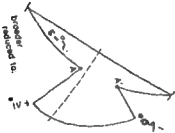


$\epsilon = 16^\circ$ تنطوي الفترة جميعها

$\epsilon = 10^\circ$ سوف تترك منطقة مكشوفة في فترة الصباح (خارج خط $A - A'$)

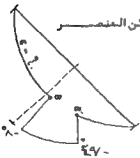
وهذه يمكن تغطيتها بواسطة :

$\delta = 9^\circ$ إلى 17°



$\epsilon = 40^\circ$ تغطي حتى خط BB' ، وهذا يتطلب منحرفاً أفقياً أطول ، ولكن المنحصر

المعمودي يمكن أن يقلل إلى : $\delta = 47^\circ$ إلى 8° •



$\epsilon = 60^\circ$ سوف تترك منطقة مكشوفة في فترة الصباح (خارج خط $A-A^-$) وهذه
 يمكن تغطيتها بواسطة : $\delta = 59^\circ$ إلى 17°
 $\epsilon = 40^\circ$ تغطي حتى خط BB^- ، وهذا يتطلب عنصراً أفقياً أطول ، ولكن
 العنصر العمودي يمكن ان يقلل الى : $\delta = 47^\circ$ الى 8° .
 وهذا تصحيح بسيط يمكن أن يعطي اقتصاداً أفضل
 $\delta = 60^\circ$ مع
 $\epsilon = 47^\circ$ الى 8° .

وسوف يسمح بدخول الشمس في فترات قصيرة من كانون الأول
 ونيسان ، موضحة بمنطقة مظلمة .

أي أن جزءاً من المنطقة الحارة خلف هذا الخط يمكن تجاهله :
 عندما تكون الشمس في هذه الأوضاع ، فانها لن تسقط على الواجهة مجال
 البحث . إن تصميم عناصر التظليل المناسبة تعتمد أساساً على إيجاد منطقة
 حجب الظل التي تغطي الفترة الحارة (التي يتوجب حجب الشمس فيها عن
 النافذة) بشكل قريب من هذه المنطقة ومناسب قدر الامكان . يمكن استعمال
 اتحاد مختلف من زوايا الظلال الأفقية والعمودية لتحقيق الغرض نفسه . كما
 يمكن التجاوز في دخول الشمس لفترات قصيرة اذا كان لذلك مردود اقتصادي
 (الشكل ٦٥) .

وفي حالة تحديد زوايا الظلال الضرورية ، فان تصميم الشكل النهائي
 للعناصر (الانشائية) يكون سهلاً وبسيطاً ، ويمكن أن تؤجل الى مرحلة
 متأخرة ، حيث يمكن أن تعالج في ضوء اعتبارات أخرى ، انشائية أو جمالية لها
 علاقة بالاضاءة النهارية أو بحركة الهواء .

٤,٣ التهوية وحركة الهواء

- ٤,٣,١ وظائف التهوية
- ٤,٣,٢ تزويد الهواء النقي
- ٤,٣,٣ التبريد المحلي
- ٤,٣,٤ ترتيبات التهوية : تأثير المدخنة
- ٤,٣,٥ التبريد الفسيولوجي
- ٤,٣,٦ ترتيبات لحركة الهواء : تأثير الرياح
- ٤,٣,٧ تدفق الهواء خلال المباني
- ٤,٣,٨ التوجيه
- ٤,٣,٩ المظاهر الخارجية
- ٤,٣,١٠ التهوية التبادلية
- ٤,٣,١١ أماكن الفتحات
- ٤,٣,١٢ حجم الفتحات
- ٤,٣,١٣ التحكم بالفتحات
- ٤,٣,١٤ حركة الهواء والمطر
- ٤,٣,١٥ تدفق الهواء حول المباني
- ٤,٣,١٦ التحكم بالرطوبة

٤,٣,١ أهداف التهوية
يمكن دراسة التهوية الطبيعية وحركة الرياح تحت عنوان «التحكم الانشائي» لأنها ليست من أنواع الطاقة الممولة ولا من أشكال التجهيزات الآلية، ولكن نظراً لدورها في راحة الإنسان، فانها بحاجة الى فصل مستقل.

إن للتهوية ثلاثة وظائف مختلفة هي :

- ١ . التزويد بالهواء النقي
- ٢ . التبريد بالحمل
- ٣ . التبريد العضوي

هنالك اختلاف جذري في شكل التزويد بين الوظائف الأولى والثاني والثالث. لذلك، يمكن اعتبار الأولى والثاني هدفين بقصد التهوية، ولكن الأخير يمكن اعتباره وظيفه مستقلة مثل حركة الهواء.

٤.٣.٢

تزويد الهواء النقي

إن متطلبات التزويد بالهواء النقي يحكمها نوع السكان والعدد ونوع النشاط، كما تخضع لطبيعة الأعمال والعمليات التي تجري في الفراغ - كما هو موضح في ما يتعلق بالتهوية الآلية (٤, ١, ٦) ويمكن لهذه المتطلبات أن تكون مشروطة في نظام الأبنية وقوانينها وفي كود البناء بشكل، م^٣ / ساعة للشخص، أو عدد مرات تغيير الهواء في الساعة، ولكن هذه تكون قابلة للتطبيق في حالة التركيبات الآلية فقط. ومع ذلك فإنه يمكن استعمال هذه المواصفات والاشتراطات كدليل للتهوية الطبيعية.

وعادة ما توصف بعض الحلول المحددة المتعلقة بالتهوية الطبيعية وليس الأداء المتوقع للتزويد بالتهوية المستمرة، أي أن الفتحات التي لا يمكن غلقها، يمكن أن تكون إجبارية. كما يمكن أن تكون على شكل شبكة أو طوب مخرم مبني في الحائط، أو تكون مساعدة للنوافذ أو مبنية عليها. ويكون حجم النوافذ القابلة للفتح مشروطاً، كعلاقته بمساحة الغرفة أو حجمها. والهدف من مجموعة هذه القوانين والقواعد هو ضرورة تأكيد التهوية، ولكن التطبيقات الفعلية لمثل هذه القوانين والقواعد عادة ما تكون غير كافية. ولتأكيد الأداء المرضي للتهوية، فإن المبادئ الأساسية المتعلقة بالتهوية يجب أن تكون واضحة تماماً.

٤.٣.٣

التبريد الحلمي

كما هو مذكور في محتويات التهوية الآلية (٤, ١, ٨)، فإن التبادل بين الهواء الخارجي النقي والهواء الداخلي يمكن أن يؤدي إلى البرودة، إذا كانت درجة حرارة الأخير أعلى من درجة حرارة الأول. يعمل الهواء المتحرك كوسيلة لنقل الحرارة.



ويظهر التبريد الحلمي عملياً في ظروف المناخات المعتدلة والباردة، حيث يسبب الكسب الحراري الداخلي زيادة في درجة الحرارة، وكذلك في المناخات الدافئة، حيث يسبب الكسب الحراري الداخلي أو الكسب الحراري الناتج من دخول الشمس خلال الشبابيك إلى ارتفاع في درجة الحرارة الداخلية حتى تصل إلى درجة أعلى من درجة حرارة الهواء الخارجي.



تؤثر التهوية (سواء التزويد بالهواء النقي أو التبريد الحلمي) في حركة الهواء بمعدل بطيء نسبياً. ويمكن للقوة الباعثة أن تكون حرارية أو حركية (رياح).



الشكل (٦٦).

ترتيبات مجاري

الهواء

٤,٣,٤

ترسيبات
التهوية: تأثير
المدخنة

ويعتمد تأثير المدخنة على القوى الحرارية، الناتجة عن الاختلاف في الكثافة (الناتجة عن الاختلاف في درجات الحرارة) بين الهواء الداخلي والخارجي. يمكن أن تحدث هذه الظاهرة خلال نافذة مفتوحة (عندما يكون الهواء ساكناً). حيث يرتفع الهواء الدافئ الخفيف إلى أعلى ويتدفق الهواء البارد الأثقل إلى أسفل. وهذا هو المبدأ نفسه في مولدات الهواء (١,٧, ١). يمكن عمل ترتيب خاص لهذه الظاهرة على شكل مجرى للهواء. وكلما كان المجري أعلى كان مقطع العرض أكبر وكلما كان الاختلاف في درجات الحرارة أكبر ازدادت القوة الباعثة، وبذلك تزداد حركة الهواء.

وتكون القوة الباعثة مساوية للضغط في المدخنة أو المجرى مضروباً في مساحة المقطع (القوة بالنيوتن - والمساحة بالتر المربع).

ويمكن حساب الضغط في المدخنة من المعادلة

$$P_s = 0.042 \times h \times \Delta T$$

حيث P_s الضغط في المدخنة (stack Pressure), N/m^2

h ارتفاع المدخنة m

T الاختلاف في درجات الحرارة $deg C$

ويكون الناتج $(N/m^3 deg C)$

وتستعمل هذه الطريقة في التهوية الداخلية والغرف عديمة النوافذ (الحمامات والمراحيض) في أوروبا. يبين الشكل ٦٦ بعض ترتيبات مجاري الهواء للبنىات متعددة الأدوار، باستعمال مجرى عمودي أو أفقي مفرد أو مزدوج. ويوضح الشكل ٦٧ دليلاً سريعاً لايجاد حجم مداخن التهوية. مثل هذه الأنظمة تعمل جيداً في ظروف الشتاء حيث يكون الاختلاف في درجات الحرارة كافياً لتدفق الهواء.

عندما يمر الهواء حول سطح الجلد فإنه يعمل على تشتيت الحرارة

٤,٣,٥

بطريقتين

التبريد

١. زيادة فقدان الحرارة بالحمل

المعسوي

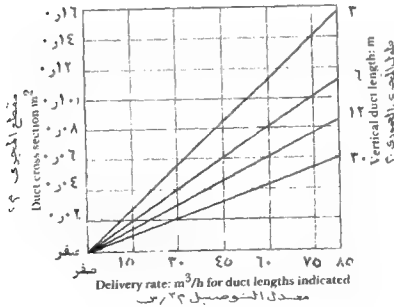
٢. زيادة التبخيس

توضح منحنيات المناخ الحيوي (الشكل ٢٩) ودرجة الحرارة المؤثرة (ET) (الشكل ٣٠ و٣١) تأثير التبريد الناتج عن حركة الرياح، وبعبارة أخرى مقدار ما يستطيع الانسان تحمله من درجات الحرارة العالية في حال وجود هواء بسرعة كافية.

وعلى سبيل المثال، باستعمال الشكل (٣٠): فإن درجة حرارة مقدارها 30°C (DBT) جافة، و 25°C (WBT) رطبة سوف تعطي درجة حرارة مؤثرة (ET) مقدارها 27°C عندما يكون الهواء ساكناً (بسرعة أقل من 1 م/ث)، ودرجة حرارة مؤثرة مقدارها 22°C عندما تكون سرعة الهواء 7.5 م/ث . أو باستعمال الشكل (٢٩): فإن الحد العلوي لمنطقة الراحة في ظروف الرطوبة النسبية 40% هو 30°C عندما يكون الهواء ساكناً، وترتفع هذه الدرجة الى 36°C إذا كانت سرعة الرياح 1 م/ث .

وفي حالة الرطوبة المنخفضة (أقل من 30%) فإن هذا التأثير لا يكون كبيراً، وذلك لوجود تبخير غير محدود حتى عندما تكون حركة الرياح بسيطة. وفي حالة الرطوبة العالية (أعلى من 85%) فإن تأثير التبريد يكون مقيداً بضغط البخار العالي، الذي يمنع التبخير، ولكن إذا كانت سرعة الهواء عالية (أعلى من $1.5 - 2 \text{ م/ث}$) فقد تكون مؤثرة. ولهذا التأثير أهمية بالغة في ظروف الرطوبة المتوسطة ($35\% - 60\%$).

وتزداد الحاجة للتبريد بحركة الهواء عندما تنعدم أشكال الحرارة المبددة حين يكون الهواء في درجة حرارة الجلد، وكذلك حرارة الأسطح المجاورة.



الشكل (٦٧):
منحنى تصميم
قنوات الهواء

إن تأثير القوى الحرارية نادراً ما يكون كافياً لإيجاد حركة هواء معتبرة. إن القوى الطبيعية الوحيدة التي يمكن الاعتماد عليها هي تأثير حركة الرياح. وعندما يكون الهدف هو إيجاد حركة هواء داخلية، فإن على المصمم أن يجهد في الحصول على قدر ما يستطيع من الهواء. ويسهل التحكم السلبي عندما تكون الرياح كثيرة، وكانت النوافذ والفتحات قابلة للغلق.

لقد نوقش موضوع الرياح على مستوى المناخ الدقيق في الفصل (١, ١) وقد وضح في حينه في القسم (١, ٤, ١١) كيف أن الظروف المحلية يمكنها تغيير نمط الريح على مستوى المناخ الدقيق. وهنا يجب أن نتابع هذه التحليلات ونخبر كيف يتأثر تدفق الهواء خلال مبنى ما وبأي العوامل.

وبالطريقة بنفسها، تولد الريح باختلافات الضغط - كذلك فإن تدفق الهواء خلال مبنى ما نتج عن اختلاف في الضغط بين جهتين.

إن للهواء - رغم خفته - كتلة (حوالي ١, ٢ كغم/م^٣) وله عندما يتحرك كمية حركة، تنتج عن كتلته وسرعته (كغم/م/ث). هذه كمية متجهة يمكن أن تغير من اتجاهها أو مقدارها بقوة أخرى فقط. وعندما يصطدم الهواء بحاجز ما كبنية أو نحوها، فإن ذلك سوف يخفف من سرعة تدفقه مما يولد ضغطاً على سطح الحاجز. يتناسب مع سرعة الهواء، كما هو معبر عنه بالمعادلة التالية :

$$P_w = 0.612 \times V^2 \quad \text{حيث } P_w = \text{ضغط الريح نيوتن/م}^2$$

$$(N/m^2) \quad V = \text{سرعة الريح م/ث}$$

$$(M/s)$$

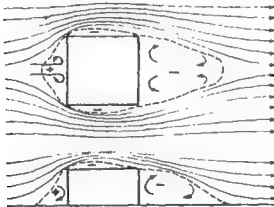
ويكون الناتج نيوتن ثانية م^٢ (Ns²/m⁴) وينتج عن ذلك أن تتحول كتلة الهواء على شكل الاسفين باتجاه هبوب الرياح على المبنى، تحول بقية الهواء المتدفق إلى أعلى وإلى الجانبين. فتتكون طبقة بين الهواء الساكن والبنية من جهة، وبين الهواء المنساب من جهة أخرى. ويمكن لتدفق الهواء المنساب عن السطح أن يتسارع على الحاجز، ذلك لأن سطح التدفق قد ضاق بسبب الحاجز كما هو موضح في الشكل (٦٨). ويتحرك الهواء الساكن من على السطح العلوي في الطبقة الفاصلة نتيجة للاحتكاك، وبذلك تتكون دوامة ويضطرب الحال.

ونتيجة لطاقة الحركة المتواجدة في الهواء، فإن تدفق الهواء المنساب يحاول

أن يحافظ على ممر مستقيم بعد الانحراف، لذلك فإنه يحتاج إلى بعض الوقت ليعود إلى سطح الأرض بعد الحاجز، ليحتل جميع المقطع العرضي. ولهذا تتشكل كتلة من الهواء الساكن باتجاه عكس هبوب الرياح، ولكنه يكون قليل الضغط. وفي الحقيقة، فإن هذا الهواء لا يكون ساكناً تماماً، بل تتكون دوامة، حركتها خفيفة ومتغيرة، وعادة ما يشار إليها بمنطقة ظل الرياح.

نتيجة لذلك، تتكون الدوامات حيثما كان تدفق الهواء المنساب منفصلاً عن أسطح الأجسام الصلبة. وتكون الدوامات باتجاه هبوب الرياح ضغطاً كبيراً وباتجاه عكس هبوب الرياح ضغطاً منخفضاً. وإذا كان للمبنى فتحات تواجه منطقة الضغط المرتفع وأخرى تواجه منطقة الضغط المنخفض، فإن ذلك يؤدي إلى تحريك الهواء خلال المبنى.

نظراً لعدم توافر نظرية مرضية شاملة، فإن التنبؤ بنمط تدفق الهواء ممكن استناداً إلى أسس وقواعد عملية مستخرجة من قياسات مباني حقيقية.

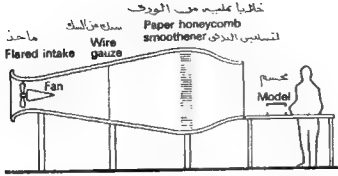


الشكل (٦٨):

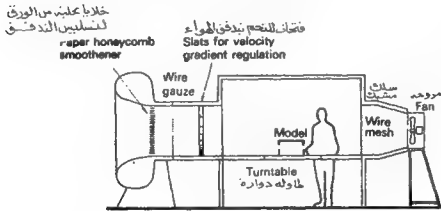
منحني تصميم
عمرات الهواء

أو باستعمال دراسات على مجسمات معرضة لنفق الرياح (Wind Tunnel) ويمكن أن تعطي هذه القواعد العملية دليلاً معتبراً للمصمم. ولكن في الحالات الحرجة، فإنه من المستحسن للمصمم أن يعمل نموذجاً مصغراً للمبنى ويختبره باستعمال نفق الهواء*.

* يجب عمل المجسمات بتفاصيل دقيقة. ويمكن لخطأ مقداره ٢ - ٣ سم أن يسبب تغييراً جذرياً في نمط هبوب الرياح.



الشكل (٦٩):
عكاسي نفثات
الهواء المفتوح



الشكل (٧٠):
عكاسي نفثات
الهواء المغلق

ويمكن لمحاكي نفثات الهواء أن يكون مفتوحاً الشكل (٦٩) أو نوع نفق الرياح الشكل (٧٠). النوع الأول يستعمل في مدرسة نقابة المعمارين للعمارة وقد طوّر بالتعاون مع قسم ميكانيكا السوائل، بجامعة ليفربول. والآخر قد أحسن تمثيله بمجسم اقتصادي طور من محطة بحوث البناء (البريطانية) وقد وضع في الورقة الدورية رقم ٦٩/١٩٦٨ (BRS 69/1968).

يمكن عمل مولد دخان للدراسات النوعية كما يمكن تصوير أثر الدخان. وهذا يعطي صورة مقنعة، لموقع تدفق الهواء المناسب والدوامات. ومع بعض الخبرة فإن مُشغّل نفق الرياح يمكنه أن يقدر نسب السرعات الناجمة عن أثر الدخان، بدقة مقبولة تماماً. وتتخذ للتحليلات الكمية قياسات سرعات الهواء والضغط بأجهزة صغيرة على شبكة من النقاط المحددة سلفاً. وعلى أسس وملاحظات تجريبية، يمكن عزل الحقائق التالية، التي تؤثر على تدفق الهواء في داخل الفراغات (على نمط التدفق وسرعته):

- أ (التوجيه
ب (المظاهر الخارجية
ج (التهوية التبادلية
د (موقع الفتحات
هـ (حجم الفتحات
و (التحكم بالفتحات

وسوف نناقش كلاً منها في الفقرات التالية :

٤,٣,٨
التوجيه

يتولد أكبر ضغط على المبنى في الجهة المقابلة لمهب الريح عندما يكون هبوبها متعامداً مع واجهته، كما ينجم عن ذلك أكبر سرعة ممكنة للريح داخل المبنى . وإذا بلغت زاوية هبوب الريح 45° بالنسبة لواجهة المبنى فإن الضغط ينخفض إلى 50% .

لهذا، يجب على المصمم أن يتحقق من اتجاه هبوب الرياح السائدة من مخططات دورة الرياح* ويجب عليه توجيه المبنى بطريقة تكون فيها أكبر فتحاته باتجاه هبوب الريح .

وعلى أية حال فقد وجد في [٦٣] أن هبوب الرياح على المبنى بزاوية 45° ، يزيد من معدل سرعة هبوبها الداخلية، وبذلك يؤمن توزيعاً أفضل لحركة الهواء الداخلية . ويبين الشكل (٧١) ما توصل اليه جيفرني : السرعة النسبية (أخذت سرعة الهواء الطلق 100%) مقاسة على ارتفاع ٢, ١ م فوق مستوى الأرضية . ويعد ذلك منافياً للذوق السليم ونتائج أبحاث أخرى، ويمكن توضيح ذلك بالظاهرة التالية :

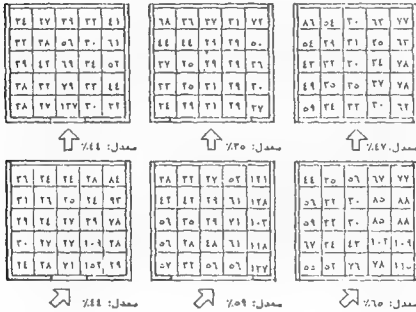
يوضح الشكل (١٧٢) الخطوط الرئيسية لهبوب الرياح بشكل عمودي 90° والشكل (٧٢ب) على زاوية 45° . بالنسبة لمسقط أفقي لمبنى مربع الشكل . وكما هو واضح في الحالة الثانية، فإن أكبر سرعة تكونت على سطح المبنى المواجه لهبوب الرياح، لذلك فإن منطقة ظل الرياح تكون

* يحسب الحصول على معلومات عن اتجاه الريح في الفترة الحارة، وليس فقط دورة هبويه في جميع الأوقات .

أوسع، ويزداد الضغط السالب (تأثير السحب) ويزداد نتيجة لذلك تدفق الهواء الداخلي. وقد بُنيت مساحة فتحات المخارج في هذا الاختبار بحيث تساوي المساحة القصوى الممكنة وبحيث يكون لقوى السحب أكبر تأثير. وقد برزت كأمر مسلم به لأنه في حالة فتحات المخارج الصغيرة، فإن هذه الظاهرة سوف تقل إذا لم تعكس.

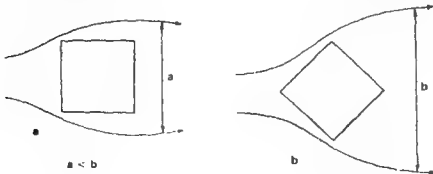
إذا كانت العادة في اتجاهات الرياح المفضلة أن تتعارض مع اتجاهات الشمس المفضلة. ويفضل في مناطق خط الاستواء التوجيه باتجاه الشمال - الجنوب وذلك لتلافي الشمس المباشرة ولكن غالباً ما يكون اتجاه الرياح السائدة شرقية. إن فائدة المعلومات التي سبق ذكرها واضحة ويمكن أن تحل المتطلبات المتناقضة.

الشكل (٧١): تأثير اتجاه الرياح وحجم فتحات دخول الهواء على توزيع سرعة الرياح



الشكل (٧٢): تأثير

اتجاه هبوب الرياح
على عرض منطقة
ظلال الرياح

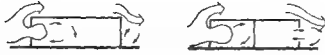


يجب تجنب ظلال الرياح المتكونة نتيجة حاجز ما، عند توقيع المبنى في الموقع وعند توقيع الفتحات في المبنى. ويكون تدرج سرعة الرياح أعمق في حالة الأسطح غير المنتظمة، كالمباني المتفرقة، والحوائط والأسوار، والأشجار (الشكل ٢٥) - ولكن، حتى في تدرج سرعات الرياح المعتدلة، كما هي الحال عند هبوبها فوق أرض منبسطة ومكشوفة، فانه يمكن للمبنى المنخفض أن يؤدي إلى سرعة في الرياح مشابهة لسرعتها لو هبت على مبنى عال. ولهذا (أولتجنب عواقب محددة) فان المبنى عادة ما يرفع على أعمدة.

ويمكن للمظاهر الخارجية للمبنى نفسه أن تؤثر بشكل كبير على الضغط المتكون. على سبيل المثال، إذا كان اتجاه هبوب الرياح على مواجهة مبنى بزاوية ٤٥°، وكان هنالك حائط جانبي أو حاجز باتجاه الرياح أو اسقاط جناح لمبنى على شكل (L) فان ذلك يضاعف الضغط الموجب المتكون. ويمكن لهذه الظاهرة الشبيهة بظاهرة المدخنة أو القمع أن تتكون على الرفاريف العلوية للسطح. وأي امتداد لمساحة الواجهة المقابلة للرياح يؤدي إلى مزيد من الضغط المتكون. وإذا كانت المسافة بين بناتين مسدودة بحائط مصمت، فان ذلك يؤدي إلى تأثيرات مشابهة.

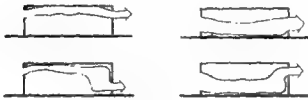
ويمكن أن تزداد سرعة الرياح كثيراً بين صفوف الأشجار ذات القمم العريضة، التي تعزى للأسباب السابقة نفسها. أما إذا انعكست الأحوال السابقة فان الضغط يقل وإذا كان حائط جانبي أو اسقاط لجناح مبنى على شكل (L) في اتجاه عكس هبوب الرياح، بالنسبة للنوافذ المعتبرة، فان الضغط يقل وربما حدث ضغط سالب أمام الشباك.

يوضح الشكل (٧٣) كيف أنه في غياب فتحات مخارج أو عندما يكون الحائط مصمتاً فلن يكون هناك تأثير لحركة الهواء خلال المبنى [٦٤] ولو كانت الرياح قوية. وعندما تكون الفتحات فيها باتجاه هبوب الريح وليس لها مخارج فان ضغطاً مشابهاً للضغط أمام المبنى سوف يتكون في الداخل، الأمر الذي قد يؤدي إلى ظروف مزعجة سيئة. وفي بعض الحالات يتغير الضغط المتأرجح وهذا يعرف بالارتجاج. ويمكن لهذا أن يحدث أيضاً إذا كانت الفتحات في الواجهات المعاكسة للرياح إن كانت بلا مخارج.



الشكل (٧٣):
النقص في
التهوية العرضية

وبفقد الهواء المتدفق كثيراً من حركته كلما انحرف حول حاجز ما أو فوقه، وقد توقف الانحناءات القائمة، مثل الحوائط الداخلية أو الأثاث في عرفة ما، تدفق الهواء الضعيف الحركة (أو الريح اللينة) [٦٥]. أما إذا كانت القسامات الداخلية ضرورية، فيمكن الحصول على بعض تدفق الهواء إذا استخدمت القسامات المخزومة مرتفعة عن الأرضية ودون السقف.



الشكل (٧٤):
تأثير موقع
الفتحات

حتى يكون الهواء مؤثراً، فلا بد من أن يكون اتجاهه إلى سطح الجسم، وهذا يعني أن تكون حركة الهواء في المبنى مؤكدة في الفراغ الذي يستخدمه سكان المبنى لأغراض المعيشة (حتى ارتفاع ٢م). وكما هو موضح في الشكل ٧٤، إذا كانت فتحات مداخل الهواء مرتفعة، فإن تدفق الهواء يحدث قريباً من السطح وليس في منطقة المعيشة. بغض النظر عن موقع فتحات المخارج.

٤,٣,١١

مواقع الفتحات

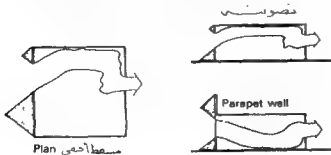
إن القيمة النسبية للضغط المتكوّن أمام مساحة مصمتة من نافذة ما (والتي بدورها تعتمد على حجم الفتحات وموقعها) تتحكم في اتجاه مجرى الهواء الداخلي، وهذا لا يعتمد على موقع فتحات خروج الهواء. ويبين الشكل (٧٥) أن سطحاً مصمتاً واسعاً يخلق ضغطاً مرتفعاً، وهذا يدفع مجرى الهواء باتجاه معاكس، في المسقط والمقطع. ونتيجة لذلك، فإن تدفق الهواء في الطابق الأرضي من مبنى يتكون من طابقين، يمكن أن يكون مرضياً الشكل (٧٦) أما في الدور العلوي فقد يكون موجهاً باتجاه السقف. ويمكن أن يعالج ذلك بزيادة حائط الشرفة العلوي.

تُحسب سرعة الهواء القصوى على واجهة ذات مساحة معينة - قوة الهواء الكلية معلومة (الضغط \times المسافة) - من خلال فتحة صغيرة لادخال الهواء وفتحة واسعة لخروجه وهذا يُعزى جزئياً الى مقدار القوة الكلية العاملة من خلال مساحة صغيرة، حيث يجبر الهواء بالمرور خلال الفتحة بضغط عال وجزئياً الى ظاهرة فتتوري (لقياس كمية السائل المتدفق): عند توسيع المدخنة (المصرف الوهمي الذي يربط مدخل الهواء الصغير بالمخرج المتسع) تتمدد الممرات الجانبية لنفاث الهواء بشكل أكبر، مما يزيد في تسارع الذرات.

إن مثل هذه الترتيبات يمكن أن تكون مفيدة اذا أريد توجيه تيار الهواء (كما لو ركزت باتجاه جزء معين من الغرفة). وعندما تكون فتحة الدخول متسعة، فإن سرعة الهواء خلالها تكون أقل، ولكن المعدل الكلي لتدفق الهواء (حجم الهواء المار في وحدة الزمن) يكون أكبر، ويفضل استخدام فتحات واسعة لدخول الهواء عندما يكون اتجاه الرياح متغيراً، أو عندما نريد تحديد تدفق الهواء خلال الفراغ الكلي.

إن الحل الأمثل هو الاكثار من الفتحات في الواجهتين مع استخدام وحدات تحكم بحيث يمكن تغيير مساحة الفتحات والعمل على توجيه تدفق الهواء بالاتجاه المطلوب حسب تغير اتجاه هبوب الرياح.

ويتأثر تدفق الرياح في الفراغات باطارات او بروزات الفتحات، والمظلات، وكاسرات الشمس وغيرها مما يتحكم بالفتحات والاطارات. وقد توجه اطارات الفتحات للهواء المتدفق الى أعلى. ويمكن إعادة توجيه تدفق الهواء الى منطقة المعيشة وذلك بعمل إطار محوري متحرك (الشكل ٧٧). وقد تقلل المظلات الضغط المتكون فوق النافذة، ولذا فإن الضغط أسفل النافذة سوف يوجه تدفق الهواء الى أعلى. وإذا ترك فراغ بين المظلة والمبنى فإن ذلك سوف يوجه الضغط الى أسفل باتجاه منطقة المعيشة (الشكل ٧٨).



الشكل (٧٥):
الضغط المتكون
على المداخل

الشكل (٧٦):

تدفق الهواء في
بنية من طابقين



وقد تسبب النوافذ والأباجورات وعناصر الظلال مشكلة وإذا كان توقيف الشفرات الى أعلى قليلا يؤدي الى توجيه الدفق الى منطقة المعيشة (بحدود ٢٠° الى أعلى من الأفقي) (الشكل ٧٩).

الشكل (٧٧):

تأثير الاطارات
(المضادات)

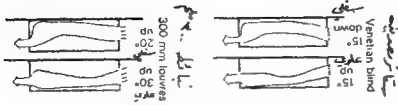


إن المنخل المستخدم كمانع للذباب والبعض يُعَدُّ ضرورة مطلقة ليس فقط في المناطق التي تنتشر فيها الملاريا، ولكن أيضاً إذا استخدم أي نوع من الاضواء في الداخل، ليلاً. وبدون ذلك، فقد تتجمع الآف الحشرات حول المصباح. تقلل هذه المناخل أو الستائر من تدفق الهواء كثيراً، يمكن لمنخل من القطن أن يقلل من سرعة الهواء حوالي ٧٠٪. والأفضل من الستائر القطنية شبكة أو ستارة مستوية من النايلون، لأنها تقلل من سرعة الرياح بحدود ٣٥٪. ويكون التوهين في سرعة الرياح أكبر في السرعات العالية ويزداد أيضاً بازدياد زاوية السقوط، كما هو موضح في نتائج كونسبرجر وغيره [١٠].

هبوب باتجاه متعامد على الواجهة الهبوب على زاوية ٦٧,٥°

التخفيض	السرعة	التخفيض	السرعة	السرعة
	الداخلية		الداخلية	الخارجية
٪	م/ث	٪	م/ث	م/ث
٤٧	٠,٤٠	٣٥	٠,٤٩	٠,٧٥
٤٠	٠,٧٥	٢٩	٠,٨٧	١,٢٣
٦٠	١,٠٠	٣٠	١,٣٣	٢,٥٠
٥٠	١,٣٣	٤٧	١,٧٩	٣,٣٠
٤٣	٢,٢٣	٤٦	٢,٦٤	٣,٨٠
٥٠,٠		٣٧,٤		معدل

الشكل (٧٨):
تأثير المظلات



الشكل (٧٩):
تأثير كاسرات
الشمس



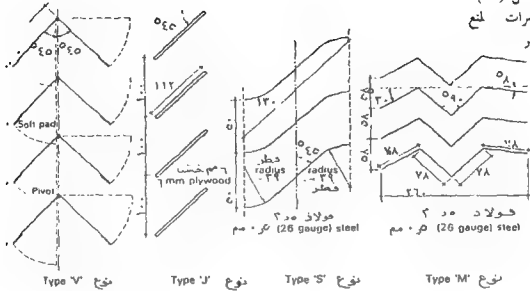
ليس من الصعوبة استثناء المطر ولا تؤثر الاحتياطات المتخذة لمنع المطر في تزويد المبنى بالهواء. ولكن الاثنان معاً، أي منع المطر والتزويد بالهواء، ليست مهمة سهلة. إن فتح النوافذ في فترات هبوب الرياح الماطرة سوف يسمح بدخول ذرات الماء، بينما قفل النوافذ يجعل المناخ الداخلي لا يطاق. إن الاباجورات أو الكاسرات التقليدية ليست مرضية لسببين:

١. إن الهواء القوي يدفع بالمطر للدخل، وحتى باتجاه أعلى خلال الاباجورات أو الشفرات.
 ٢. إن حركة الهواء سوف توجه، إلى أعلى بعيداً عن منطقة المعيشة.
- ربما تكون البرندات والشرفات البارزة فوق الأبواب والشبابيك هي أفضل طريقة تقليدية للحماية.

لقد أجريت بعض الاختبارات من كونسييرجر، ميلير وكوستوبولس [٩] لاختبار أربعة من الكاسرات (الشكل ٨٠). وقد وجد أن النوع (٨١) فقط هو القادر على منع المطر من الدخول ولو وصلت سرعة الرياح ٤ م/ث، في الوقت الذي تسمح فيه بتدفق الهواء أفقياً إلى المبنى. ويتراوح النقصان في سرعات الرياح ما بين ٢٥٪ و ٥٠٪.

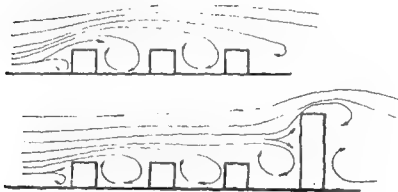
الشكل (٨٠):

كاسرات لمنع
المطر

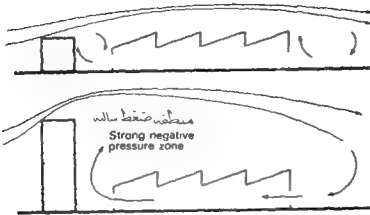


الشكل (٨١):

انفصال تيار
الهواء على
واجهات المباني



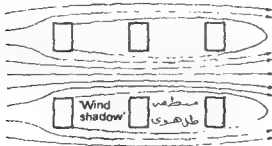
وقد أجريت مجموعة من الدراسات في استراليا [٦٧]، على بعض المباني الصناعية غير المرتفعة أدت الى نتيجة مدهشة وهي أنه اذا وقعت بناية غير مرتفعة في ظل رياح لمبنى مرتفع (الشكل ٨٢)، فإن الزيادة في ارتفاع المبنى المرتفع (الحاجز) سوف تزيد من تدفق الهواء خلال المبنى المنخفض باتجاه معاكس للهواء. وسوف يمر الجزء السفلي من الدوامة خلال المبنى.



الشكل (٨٢):
تدفق معاكس
خلف بناية عالية

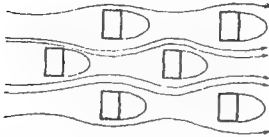
وفي تكساس [٦٨] أجريت مجموعة من الاختبارات لايجاد امتداد منطقة الاضطراب الهابط ، فوجد أنها تعتمد على حجم المبنى ، والشكل وميول السقف ، ولكنها عملياً لا تتأثر بسرعة الرياح .
وقد كانت نتائج الاختبارات التي أجريت في نقابة المعمارين - قسم الدراسات المدارية مايلي :

أ) اذا وضعت مجموعة من المباني بارتفاع طابق واحد ، في منطقة ريفية مفتوحة في صفوف على شكل شبكي ، فان منطقة هواء ساكن تداخل مع منطقة الهواء الساكن في الصفوف التالية (الشكل ٨٣) . وتحتاج الى مسافة مقدارها ستة أضعاف ارتفاع المبنى لتحقيق حركة هواء تكفي الصفوف التالية . ولهذا فان قاعدة التباعد بخمسة أضعاف الارتفاع ليست مرضية تماماً .



الشكل (٨٣):
تدفق الهواء في
موقع عام على
شكل شبكي

ب) وفي ظروف مشابهة، إذا كانت البنايات مرتبة بشكل متعرج (شكل مربعات متخالفة)، فإن حقل تدفق الهواء يكون أقرب للتشابه، وتتقلص مناطق الهواء الساكن تقريباً (الشكل ٨٤).



الشكل (٨٤):
تدفق الهواء،
موقع عام على
شكل مربعات
متخالفة

إن إزالة الرطوبة ممكنة بالوسائل الآلية فقط (١٣، ١، ٤) وبدون ذلك، يمكن تخفيفها قليلاً بواسطة حركة الهواء في المناخات الدافئة الرطبة. ويمكن أن تكون إزالة الرطوبة ضرورية أيضاً في المناخات الحارة الجافة، حيث يمكن أن يقترن ذلك بالتبريد الناتج عن التبخير. وعادة ما يقلل المبنى في هذه المناخات للمحافظة على الهواء البارد الموجود في البناية، الذي يحتوي على سعة حرارية عالية، وكذلك لاحتجاز الرمل والبخار العالق بالرياح. وعليه فإن بعض الهواء ضروري لفرغات المبنى.

٤، ٣، ١٦
التحكم
بالرطوبة

وتؤدي جميع الوظائف التالية:

التحكم بالهواء الممّل.

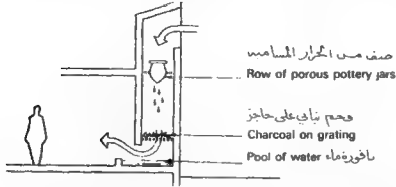
تنقية الهواء من الرمال والغبار.

التبريد بالتبخير.

إزالة الرطوبة.

بواسطة عنصر معماري يستعمل في بعض أجزاء مضر [٦٩] - ملقف الرياح (Wind scoop). ويوضح الشكل ٨٥ مثلاً لذلك؛ إذ تقوم الفتحة العليا بإدخال حركة الهواء فوق السطح في المناطق المزدحمة بالعمران. ويتبخر جزء من الماء الذي يرشح من الجرة، وبعض ذرات الماء تنزل إلى الفحم النباتي الموجود على الحاجز المشبك، ومن خلال ذلك فإن الهواء ينقى. ويساعد الهواء البارد حركة الهواء إلى أسفل - تأثير معاكس لفكرة المدخنة.

إن هذا العنصر مفيد جداً للتهوية (الفوائد الأربعة السابقة) ولكن ليس من المتوقع أن تتكون حركة هواء قوية للتبريد الفسيولوجي (الملائم للوظائف).



الشكل (٨٥):
ملقف الرياح

وفي الهند تعلق بعض أنواع الستائر المصنوعة من أعشاب خاصة (Cascas) أمام النوافذ التي تواجه هبوب الرياح. وتبتل هذه الستائر برش الماء عليها من حين لآخر. ذلك أن العشب ماص للرطوبة ويحافظ عليها لفترة كبيرة. ويبرد الهواء الذي يمر خلال هذه الحصيرة ويرطبه.

وفي السنوات الأخيرة استخدمت حصر من عشب الكاسكاس تعلق عليها أنابيب مخرمة للمحافظة عليها. مبتلة طول الوقت. ويستخدم المعماريون (في فلسطين المحتلة) طوباً مسامياً مخرماً على شكل خلايا النحل، ويضعون في أعلاها أنبوبة مياه مخرمة للهدف السابق. ويمكن تمويل أنبوبة الماء بواسطة حوض يعبأ آلياً، شبيه بصندوق الطرد المزود للمساكن.

إن المبرد الصحراوي الذي تمّ تطويره في دلهي (الهند)، يتكون من هيكل مكعب الشكل، أطوال جوانبه ما بين ٥٠٠ مم إلى ٦٠٠ مم. ويشكل الجزء العلوي والسفلي خزانين ضاحلين أما الجوانب فمغطاة بحصيرة من عشب الكاسكاس، مغمور أعلاها في الخزان العلوي. ويرشح ماؤه من خلال الحصيرة إلى الخزان السفلي. وفي الصندوق مروحة تشبه مروحة الطاولة، حيث تدفع الهواء خلال الحصيرة، فتبردها وترطبها. ويمكن ربط مضخة صغيرة بمحرك المروحة لرفع الماء الزائد مرة أخرى إلى الخزان العلوي. وإذا ما بُنيت هذا الصندوق في نافذة أو قريباً منها، فانه يكون مؤثراً خلال فترة الجفاف الفصلي. ولا يستعمل في فترة الرياح الموسمية.

الفصل الخامس

الضوء والاضاءة

٥,١ مبادئ الضوء

٥,٢ الاضاءة النهارية

٥,٣ تقنيات التنبؤ

٥,١ مبادئ الضوء

٥,١,١	مقدمة
٥,١,٢	طبيعة الضوء
٥,١,٣	انتقال الضوء
٥,١,٤	الانعكاس
٥,١,٥	الضوء الملون
٥,١,٦	نظام مونسل
٥,١,٧	الكميات الضوئية
٥,١,٨	الاستنارة
٥,١,٩	الاستنارة اللاتجاهية
٥,١,١٠	الفعالية الابصارية
٥,١,١١	كمية الاستنارة
٥,١,١٢	الحقل الابصاري
٥,١,١٣	نوعية الاستنارة

٥,١,١ مقدمة

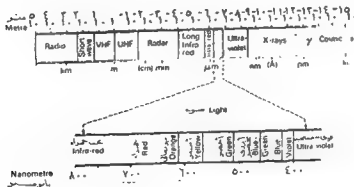
إذا اعتبر المبنى من حيث غلافة كفواصل بين البيئة الداخلية الممكن التحكم بها، وبين الظروف الخارجية التي قد تكون غير مرغوبة، فإنه يجب إدراك كون ذلك الغلاف قابلاً للاختيار، أو ربما مرشحاً (Filter) يستعد التأثيرات غير المرغوبة، وينفذ التأثيرات المرغوبة التي منها ضوء النهار.

ربما تكون الرؤية أهم منفذ يتصل الإنسان من خلاله بالبيئة. حيث تشار العين بوساطة الضوء المنعكس عن الأجسام وبذلك يكون ضرورياً للرؤية. ويمكن إنتاج الضوء اصطناعياً (مثل الضوء الكهربائي) إلا أنه إذا أمكن الحصول على الضوء بدون مقابل فإنه يجب استعماله. يكون مصدر الضوء في الاضاءة الاصطناعية خاضعاً لتحكم المصمم (أو المستعمل) بينما يكون في الاضاءة النهارية (الشمس والسماء) معطى. فإذا كان التحكم لازماً فإنه يجب أن يقع على الانتقال لذلك الضوء وتوزيعه.

إن الاضاءة الاصطناعية، بوجه خاص، مستقلة عن موضعها وعن الطقس أو حتى عن صناعة المبنى، وعلى كل حال، فإن الاضاءة النهارية

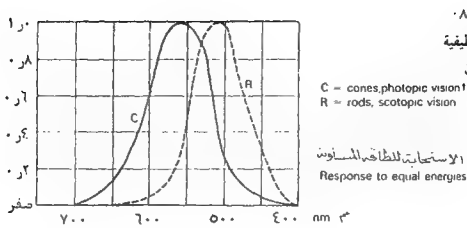
تعتمد على الظروف السائدة في الخارج، ويكون التحكم بها ممكناً بواسطة المبني ذاته. ، ولذلك فإن هذا الباب يتعامل مع ضوء النهار وضوء الشمس، بينما يرد ذكر الاضاءة الكهربائية عندما تتعلق بالاضاءة النهارية فقط أو عندما يتعلق الأمر بتأثيرها الحراري.

إن المصدر المطلق لضوء النهار هو الشمس التي نستلم منها كمية كبيرة من الاشعاع الحراري جنباً الى جنب مع الضوء. وعندما تكون الشمس ساطعة تكون الاستنارة الناتجة عنها ١٠٠ كيلولكس وتكون شدة الاشعاع الحراري حوالي ١ كيلو واط/متر مربع (انظر ١، ١، ٢) [69a]. وفي المناخات التي تنخفض فيها درجة الحرارة، أي عندما يكون التسخين الزائد غير محتمل الحدوث فإن الاعتبارات الحرارية تكاد تمثل الضوء النهاري المسموح بدخوله. أما في المناطق الاستوائية فالحالة ليست سهلة تماماً حيث يصاحب نفاذ كمية كبيرة من ضوء النهار للمبني حرارة مشعة قد تكون هائلة. وبذلك تكون مهمة المرشح (غلاف المبني) أكثر أهمية ولذلك يجب محاولة السماح بمرور كمية محدودة من الحرارة بينما يسمح بمرور ضوء النهار للمبني*. وفي المناخات الحارة فإن الاعتبارات الحرارية تمثل كمية الضوء الذي يمكن السماح بمروره، ويعني ذلك وجوب وجود فرق جوهري في التصميم التمهيدي للاضاءة بضوء النهار كما سيرد في البند رقم (٥، ٢، ٦).



الشكل رقم
(٨٦): طيف
الاشعاع

- * إن شبكة العين لها من أجهزة الاستقبال: حوالي ٦,٥ مليون خلايا مخروطية تستقبل اللون وأكثر من ١٠٠ مليون خلايا جبيلية، تستقبل الأبيض والأسود فقط، ولكنها حساسة لكميات ضئيلة جداً من الضوء.



ومن أجل معالجة شاملة لسيكلوفيزيائية الرؤية على القارىء أن يرجع لمراجع أخرى [70]، [72] وعلى كل حال فانه من الضروري مراجعة بعض المبادئ الأساسية مثل وصف طرق تصميم الاضاءة بضوء النهار، ومثل تلك الطرق التي طورت للمناخات المعتدلة سيتم وصفها ثم اختبارها لأي درجة يمكن تطبيقها على الظروف الاستوائية.

ما يدرك من الضوء بواسطة الانسان هو نطاق ضيق من أطول الموجات من الاشعاع الكهرومغناطيسي ما بين حوالي ٣٨٠ نانومتر، ٧٨٠ نانومتر (نانومتر واحد يساوي 10^{-9} م) وكما هو مبين في الشكل رقم (٨٦ - أ).

٥.١.٢
طبيعة الضوء

ويظهر إشعاع الطاقة خاصيات ثنائية حيث يتكون من جسيمات طاقة (فوتونات) لكنه يظهر خاصيات حركة تموجية مستعرضة . ويحدد اللون طول الموجة (الشكل ٨٦ - ب) . ويتم إدراك الضوء الذي يحتوي على جميع الموجات المرئية بأنه ضوء أبيض . وتتغير حساسية العين البشرية بتغير طول الموجة وتكون أكبر ما يمكن عندما يتكون طول الموجة حوالي (٥٥٠ نانومتر أصفر) كما هو مبين في الشكل رقم (٨٧) .

★ وقد وجد أنه حتى في بريطانيا [100] . عدد استعمال درابذ متسعة أدت الى زيادة في حرارة الماء بشكل كبير

وينتقل الضوء في الوسط المتجانس (homogeneous medium) في ممر مستقيم وتساوي سرعته حوالي (3×10^8) م/ث أي حوالي (300000) كم/ثانية وبشكل أدق.

في الفراغ	$2,998 \times 10^8$ م/ث
في الهواء	$2,997 \times 10^8$ م/ث
في الماء	$2,249 \times 10^8$ م/ث
في الزجاج	$2,982 \times 10^8$ م/ث

إذا عرضت مواد للضوء ونقل جزءاً كبيراً منه للجهة الأخرى منها فإنها تسمى مواد شفافة. والمواد الأخرى غير الشفافة تعترض مرور الضوء، وخلف تلك المواد لا يوجد ضوء (ضوء مباشر) أي أنها تعمل ظلاً. تعني الكلمة شبه شفاف كون المواد تنقل جزءاً من الضوء الساقط عليها إلى الجهة الأخرى إلا أنها تكسر خط مروره المستقيم وتبعثره في جميع الاتجاهات مكونة بذلك ضوءاً منشوراً.

٥,١,٣
انتقال الضوء

ويمكن توزيع الضوء الساقط على جسم بثلاث طرق: منعكس وممتص، ومنقول. وتوصف بعض الخصائص المهمة للجسم ومادته بهذه المركبات (components) الثلاث:

الانعكاسية (reflectance)

الامتصاصية (absorbance)

الانتقالية (transmittance)

$$r + a + t = 1$$

$$t = 0$$

$$r + a = 1$$

وفي جميع الحالات تكون:

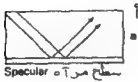
ففي حالة الأجسام غير الشفافة حيث

إذا بقيت أشعة الضوء المتوازية الساقطة على جسم بعد انعكاسها متوازية يكون سطح ذلك الجسم مرآة مستوية وبذلك يمكن التحدث عن الانعكاس المرآوي (specular reflection) (كما في الشكل ٨٨ - أ). وتنطبق قوانين البصريات الهندسية على تلك السطوح حيث زاوية الانعكاس تساوي

٥,١,٤
الانعكاس

زاوية السقوط . بينما تكون الأشعة المنعكسة عن المرآة المقعرة لامة والأشعة المنعكسة عن المرآة المحدبة متفرقة ويكون الضوء المنعكس عن السطح غير اللامع (Mat) منشوراً كما في الشكل (٨٨ - د) . وغالباً ما يحدث خليط من نوعي الانعكاس وبذلك يسمى انعكاساً شبه منشور أو انعكاساً مبعثراً، ويعتمد ذلك على القيمة النسبية لمركبتي النوعين كما في الشكل رقم (٨٨ - ب) والشكل رقم (٨٨ - ج) .

الشكل رقم
(٨٨) : أنواع
الانعكاس



لبعض المواد، بشكل خاص، الانعكاسية نفسها مع جميع أطوال موجات الضوء وهذه المواد لا تبقي تلك الأطوال بعد الانعكاس . وترى السطوح ذات الانعكاس المحايد في الضوء الأبيض كمايلي :

بيضاء	إذا كانت	(r)	أكبر من	0.75
رمادية	إذا كانت	(r)	بين	0.75 - 0.05
سوداء	إذا كانت	(r)	تحت	0.05

أما المواد الأخرى فهي ذات انعكاسية اختيارية؛ إذ إنها قد تمتص أضواءً ساقطة عليها لموجاتها أطوال معينة . ومن تلك الممتصات الاختيارية أصباغ التلوين إذ يكون لونها خاضعاً لعملية طرح (Subtractive) . وعند خلط

أصباع التلوين هذه يكون الامتصاص خاضعاً للجمع (Additive) وتكون الانعكاسات خاضعة للطرح (Subtractive) وكمثال :

الدهان الأصفر يمتص الأزرق ويعكس الأحمر والأصفر والأخضر
الدهان الأزرق يمتص الأحمر والأصفر ويعكس الأزرق والأخضر
خليطاً من الدهانين السابقين : يمتص الأزرق والأحمر والأصفر ويعكس الأخضر فقط .

أما الخليط من جميع أنواع الأصبغة فسوف يكون أسوداً كما أنه سيمتص الضوء مهما كان طول موجاته . هذا ولا يمكن لأي خليط من الأصبغة ان يعطي لوناً أبيضاً حيث أن بعض الموجات ستكون عرضة للامتصاص .

٥،١،٥

الضوء الملون

ويمكن خلط أضواء ملونة من مصادر مختلفة ، وفي هذه الحالة يكون طول موجة اللون الناتج مساوياً لمجموع أطوال الموجات المختلفة . وهذه العملية خاضعة للجمع (Additive) ، والألوان التي تجمع لتكون اللون الأبيض تسمى ألواناً متامة مثل :

الأحمر والأخضر أو الأصفر والأزرق .

ويمكن انتاج الضوء الملون باستعمال المرشحات ، إذ توجد مواد ذات انتقالية عالية واختيارية ، فهي تعكس أو تمتص معظم أطوال الأمواج وتنقل فقط النطاق الضيق من أطوال الأمواج وهذه مرة ثانية عملية تخضع للطرح .

أكثر تصنيف لالوان السطوح استعمالا هو نظام مونسل الذي يميز ثلاثة مفاهيم للون (الشكل رقم ٨٩) [81] .

٥،١،٦

نظام مونسل

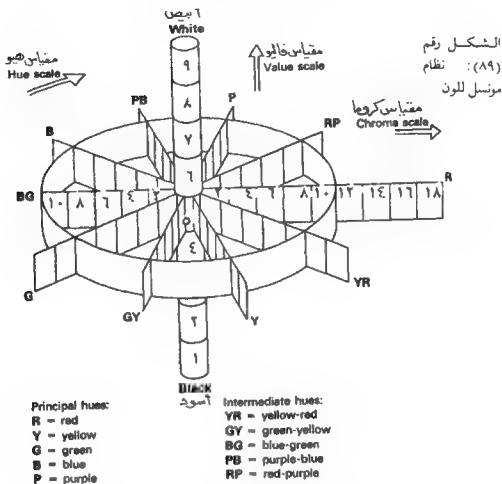
The Munsell

system

تدرجات اللون الرئيسية تدرجات اللون المتوسطة .

R = أحمر	YR = أصفر / أحمر
Y = أصفر	GY = أخضر / أصفر
G = أخضر	BG = أخضر / أصفر
B = أزرق	PB = أرجواني / أزرق
P = أرجواني	RB = أحمر / أرجواني

فمثلا : $10 / 5R - 4 =$ الأحمر من تدرج اللون
 اللون $10 /$ القيمة $5 - 4$



وجودها. وتلك القيم يمكن تحويلها إلى انعكاسية :

$$r = V (V - 1)$$

٣ . اللون (Chroma) :

درجة التلوين أو شدة اللون مميزة (١٤) صنفاً وسيكون أكثرها انخفاضاً في الغالب هو الرمادي ، والألوان الأكثر سطوعاً ستراوح ما بين ١٢ إلى ١٤ .

تعطى علاقة مونسل بثلاثة أوجه كمالي :

تدرج اللون - القيمة / اللون مثل : $5R - 4/10$ ومن الأوجه الثلاثة فإن للقيمة (V) علاقة مباشرة في تصميم الاضاءة .

وهناك حدود مختارة من الألوان معطاة في BS 4800

٥٠١٧
الكميات
الضوئية

أ (تقاس شدة الاضاءة لمصدر ضوئي (I) بوحدة الفنديلة (Candela cd) . وهذه الوحدة الأساسية المفترضة والمتفق عليها في نظام الوحدات الدولي ، تعرف بأنها شدة اضاءة جسم أسود مشع يبث الضوء بانتظام ومساحة سطحه تساوي (1) سم² وذلك عند درجة حرارة انصهار (60) سم² وذلك عند درجة حرارة انصهار البلاتين . وجميع الوحدات الأخرى مشتقة منها .

ب (دق الضوء (F) يقاس باللومن (lm) . ويساوي اللومن ما ينساب من الضوء المشع من مصدر ضوء تعطي ذي شدة ضوء تساوي وحدة واحدة . وبما أن سطح الكرة يقابل في مركزها زاوية مجسم تساوي (4π) أي (١٢,٥٦) من وحدات الزاوية المجسمة ، فإن مصدر الضوء النقطي ذا الشدة (١) فنديلة يشع دفقا يساوي (١٢,٥٦) لومن في جميع الاتجاهات .

ج (الاستنارة (E) وتقاس بأنها كمية الدفق الضوئي الواقع على وحدة المساحات أي لومن / متر مربع (lm/m²) ويساوي ذلك (١) لوكس حيث اللوكس هو وحدة الاستنارة بالنظام الدولي (SI) .

د (الاثارية (L) وهي مقياس سطوع السطح يمكن اشتقاق وحداتها بطريقتين :

١٠١ إذا كان مصدر ضوء شدته (١) قنديلية ومساحة سطحه تساوي (١) م^٢ (أي قنديلية موزعة على مساحة ١ متر مربع) فإن انارة ذلك المصدر تساوي ١ قنديلية/م^٢ وهذه هي الوحدة الرسمية في النظام الدولي (SI).

١٠٢ إذا كانت استنارة سطح عاكس تماماً وناشر تماماً (2 = 1) تساوي (١) لوكس فإن انارة ذلك السطح تساوي (١) ابوستلب (apostilb) أي (1 abs). ونقيس الوجدتان السابقتان الكمية نفسها ويمكن تحويل كل منهما للأخرى مباشرة أي أن (١) قنديلية/متر مربع وهذه هي الوحدة الرسمية في النظام الدولي (SI).

تغير الاستنارة من مصدر ضوء تبعاً لمربع المسافة. فإذا كانت شدة المصدر الضوئي تساوي (I) قنديلية فإنه يثبت وفقاً كلياً يساوي (I = 4) لومن، وعلى مسافة تساوي (d). و يوزع ذلك الدفع على سطح كرة نصف قطرها يساوي (d) ومركزها مصدر الضوء ومساحة سطحها تساوي (4 d) فتكون الاستنارة على مسافة (d) مثوية :

$$E = \frac{4 \pi I}{4 \pi d^2} = \frac{I}{d^2}$$

وهذا ما يسمى بقانون التربيع العكسي ويكون قابلاً للتطبيق عندما يكون المستوى المنار عمودياً في اتجاه الضوء أي عندما تكون زاوية سقوطه على السطح مساوية (صفرًا). أي أن زاوية السقوط (0° = β).

إذا مال المستوى المنار فإن الدفع نفسه يوزع على مساحة أكبر وبذلك تنقص الاستنارة ويتناسب النقصان مع جيب تمام زاوية السقوط :

$$E_{\beta} = E_n \times \cos \beta$$

حيث :

E_{β} = الاستنارة على مستوى عمودي

E = الاستنارة على مستوى يميل بزاوية β عن العمودي

β = زاوية السقوط.

٥, ١, ٨

الاستنارة

Illumination

الاستنارة لسطح من مصادر ضوء مختلفة تساوي المجموع البسيط لمركبات الاستنارات على ذلك السطح:

$$E = E_1 + E_2 + E_3 + \dots$$

تتناقص الاستنارة من مصدر ضوء خطي مباشرة مع المسافة (وليس مربع المسافة كما هي الحال في مصدر الضوء النقطي). والاستنارة من سطح منير غير متناه (مثل السماء) لا تتغير مع المسافة.

توصف ظروف الاستنارة عادة وتقاس أو تعين بدلالة الاستنارة على مستوى معلوم وغالباً ما يكون ذلك المستوى هو مستوى العمل الأفقي (مثل سطح المكتب أو مستوى المنضدة. إلا أن ذلك المستوى قد يكون مائلاً أو راسياً، وبعبارة أخرى يمكن التحدث حينئذ عن الاستنارة المستوية (Planar illumination).

٥،١،٩
الاستنارة
اللاتجاهية

لا يصف ذلك على كل حال جميع نوعيات الانارة للفضاء (الحيز)، وحتى لو كانت الاستنارة على مستوى أفقي مناسبة، فقد يبقى السطح الرأسي معتماً حتى ولو كان السطح المرئي غير ثنائي الأبعاد، فانه يجب اعتبار نوعيات أخرى إضافة الى الانارة المستوية (Planar Illumination).

والاستنارة اللاتجاهية (متوسط الاستنارة الكروية) هي متوسط الاستنارة الواصلة لسطح كرة صغيرة من جميع الجهات ويرمز لها بالرمز (E_s) وتقاس باللوكس. وهي مقياس كمية الضوء الكلية الموجودة دون اعتبار للاتجاه.

وقيمة الاستنارة هو كمية مركبة لها مقدار واتجاه. والفرق الأقصى بين استنارة نغظتين قطريتين متقابلتين على سطح كرة صغيرة يشار له بالرمز (E_{max}) ويقاس باللكس. يكون اتجاهه نفس اتجاه قطر الكرة الواصل بين النقطتين المحسوب لهما قيمة ذلك المتجه. يعرف الاتجاه بدلالة زاويتين احدهما أفقية (من اتجاه مرجعي) والثانية رأسية (من الأفق وصاعداً).

تكون نسبة المتجه الى اللامتجه مقياساً لاتجاهية الضوء وهي دليل جيد لنوعية تجسيم ذلك الضوء.

فعندما تكون $4 = \frac{\Delta E_{\max}}{E_B}$ يكون الضوء أحادي الاتجاه تماماً.

إلا أن تلك القيمة من ناحية عملية، تكون أقل من (٤) بينما تشير القيمة (صفر) إلى الاضاءة متعددة الاتجاهات (Omnidirectional) منشورة تماماً.

يكون الغرض من الاضاءة ثنائي الهدف:

٥,١,١٠
الفعالية

(أ) عملياً - لتسهيل أداء السطح المرئي ولضمان الراحة الابصرية.

(ب) فنياً - لايجاد تأثيرات احساسية معينة.

ففي الجنب العملي تكون الحاجة الى قياس الفعالية الابصرية حيث تعتمد بشكل قوي على الاضاءة، ويتم قياسها بأوجهها الثلاثة:

١ . الحدة الابصرية أو حدة الرؤية، وتقاس بمعكوس الابصرية (p) ويعبر عنها بالدقائق، وهي زاوية يكون رأسها عين الناظر وتقابل أقل تفاصيل ممكنة مدركة، فمثلا اذا كانت أقل التفاصيل المدركة تقابل زاوية تساوي (2) أي دقيقتين، فان الحدة الابصرية تساوي:

٢ . حساسية التباين (CS) (Contrast Sensitivity) وتقاس بنسبة أقل فرق اناري مدرك ($I_2 - I_1$) منسوب الى أقل انارية:

$$CS = \frac{I_2 - I_1}{I_1} \times 100 \%$$

٣ . الأداء الابصرية (Visual Performance):

وهو الزمن اللازم للرؤية معبر عنه بعدد الأحرف المدركة في الثانية أو على أي مقياس مقارن بذلك. تعتمد جميع الأوجه الثلاثة، ومن ثم الفعالية الابصرية، على منسوب الاستنارة. كما هو مبين في الرسم البياني الموضح في الشكل رقم (٩٠).

تستجيب العين لمدى مناسب من مناسيب الاستنارة

٥,١,١١
كمية الاستنارة

يعتمد على مدى قيم تعادل المليون:

من (١, ٠) لكس (ليلة مقمرة والقمر بدر)
الى (١٠٠٠٠٠) لكس (سطوع شمس مشرقة)
وللمواقع العملية والنشاطات المختلفة فان تفاصيل متطلبات الاستئارة
موضحة في المنشورات مثل [71] و [76].

هذا وتعطي القيم التالية بعد الارشادات العامة :

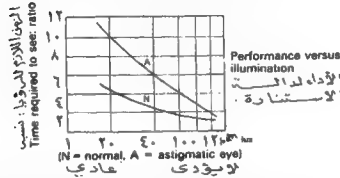
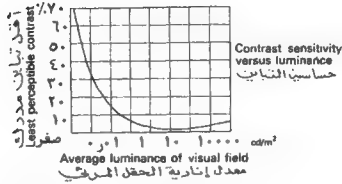
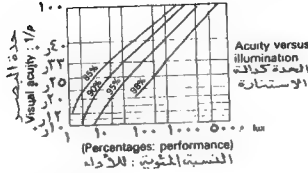
الرؤية العرضية ١٠٠ لكس
السطوح المرئية العادية ذات التفاصيل المتوسطة (مكننة الخشب وأعمال
المكتب العامة) ٤٠٠ لكس.
سطوح مرئية قاسية مفصلة (التجميع الدقيق وغزل الحرير)
٩٠٠ لكس
سطوح مرئية قاسية بشكل استثنائي (صناعة الساعات)
٢٠٠٠ - ٣٠٠٠ لكس

لمزيد من تفاصيل التوصيات انظر ملحق ٩, ١

كما هو واضح من الرسوم البيانية في الشكل رقم (٩٠) تزداد الفعالية
الابصارية بزيادة الاستئارة، الا أن المنحنى ينسبط عند المناسيب العالية .
وبذلك ينطبق قانون تناقص الغلة (ينص هذا القانون على أن زيادة العمل أو
رأس المال الى حد بعيد، لا يترتب عليها زيادة مناسبة في الانتاج) . ويعتمد
القرار المتعلق بالمنسوب الذي يجب تنبيه على عوامل اجتماعية وثقافية
واقتصادية . وبعبارة أخرى على كمية الضوء الممكن تحملها . ويبدو ذلك
واضحاً بالمقارنة بين ما يحدث منه في أقطار مختلفة .

القطر	مكاتب الرسم (مهمات مهمات أكثر قسوة)	قياسية (باللكس)	(باللكس)
الاتحاد السوفيتي	١٥٠ - ٥٠	٣٠٠ - ١٥٠	
المجر	٣٠٠ - ١٥٠	٥٠٠ - ٣٠٠	
المملكة المتحدة ^{١٠٠}	٣٠٠٠ - ٢٠٠٠		
الولايات المتحدة	١٥٠٠	٥٠٠٠ - ١٠٠٠	

* Farago, G and Marot, G. Világítástechnika (lighting techniques). Muszaki Könyvkiado, Budapest, 1962.



برأس ثابت وعينين ثابتتين يكون الحقل البصري للشخص المتوسط
فمثلا (120° أفقياً)، (120° رأسياً) وضمن ذلك فان الحقل المركزي يحدد
بدقيقتين (21) وتمتد الخلفية المتوسطة الى حوالي (40°).
يمكن ضمان الراحة البصرية الفعلية بالتحكم بالتوزيع الاناري
ضمن الحقل البصري اذ يجب أن تكون نسب الانارة كمايلي:

البشة	الخلفية	الحقل المركزي	
١	:	٢	٥
١	:	٣	١٠

الان

٥, ١, ١٢
الحقل
البصري

يجب الا يتجاوزها لأن ذلك يسبب إبهاراً. فالعين تهيء نفسها
للانارية المتوسطة في الحقل الابصاري، ووجود تباين إناري كبير يؤدي الى
فقدان الرؤية للمناطق الأقل إنارية (تعرض قليل) والى ازعاج ناتج عن
المناطق الساطعة (التعرض الزائد) هذا وقد يحدث الابهار بسبب الاشباع
حتى بدون تباين، حيث يزيد معدل الانارية على ٢٥٠٠ قنidle / متر المربع
(٨٠٠٠ abs).

يمكن الإشارة إلى مقدار الابهار بالعبارات مثل «ابهار عدم الراحة»
(في حالة أقل قوة) و«ابهار الاعاقة» (في حالة قاسية).

على المصمم عند تصميم الاضاءة أن يضمن وجود الضوء المناسب
على (Visual Task). وتعني الملائمة في هذا الخصوص النوعيات التالية:

٥,١,١٣

نوعية الاستنارة

- أ (لون الضوء
- ب) ترجيع اللون
- ج) توزيع الضوء (مباشر، منشور، تجسيم).
- د (ألا يكون مبهرأ
- هـ) توزيع الانارية (اعتبار نوعيات السطح جنبأ إلى جنب مع اضاءة
السطوح).

وتعتمد كل من (أ)، (ب) على مصدر الضوء ويخضع للاختبار في
الاضاءة الكهربائية، ولكنه معطى في الاضاءة النهارية.

يعتمد توزيع الاضاءة الكهربائية على تجهيزات الاضاءة ومواقعها،
بينما تعتمد الاضاءة بضوء النهار على الشبائيك والسطوح العاكسة.

ويمكن التحكم عادة بالابهار في الاضاءة بضوء النهار بطريقة نوعية
ما في تصميم الاضاءة الكهربائية فان مفهوم دليل الابهار يعطي تقييم كمية
(كما هو مبين في البند رقم ١٥, ٣, ٥).

٥,٢ الاضاءة النهارية

٥,٢,١ مصادر الضوء	٥,٢,١
٥,٢,٢ المناخ والضوء	٥,٢,٢
٥,٢,٣ مفهوم عامل الضوء	٥,٢,٣
٥,٢,٤ متغيرات التصميم	٥,٢,٤
٥,٢,٥ مفهوم السماء التصميمية	٥,٢,٥
٥,٢,٦ الاضاءة بضوء النهار	٥,٢,٦
٥,٢,٧ في المناخات الحارة الجافة	٥,٢,٧
٥,٢,٨ في المناخات الدافئة الرطبة	٥,٢,٨
٥,٢,٩ الاضاءة الاصطناعية التكميلية	٥,٢,٩
٥,٢,١٠ المصابيح الكهربائية	٥,٢,١٠

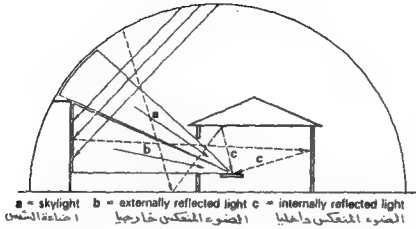
المصدر الأساسي لضوء النهار هو الشمس الا أن الضوء الواصل منها للأرض قد ينشر جزءاً منه بواسطة الغلاف الجوي للكوكب الأرضية والظروف الجوية المحلية السائدة وكيفية وصول ذلك الضوء الى المبنى .

واذا اعتبرت نقطة داخل مبنى فان الضوء قد يصل إليها من الشمس بالطرق التالية (الشكل رقم ٩١):

- أ (ضوء منشور أو ضوء سماء خلال شباك أو فتحة .
- ب (ضوء منعكس خارجياً (بواسطة الأرض أو المبنى) خلال الشباك نفسه أو الفتحة .
- جـ (ضوء منعكس داخلياً عن الجدران أو عن السقف أو عن سطوح داخلية أخرى .
- د (ضوء شمس مباشر في مسار مستقيم من الشمس خلال شباك إلى النقطة المعبرة .

٥,٢,١
مصادر الضوء

الشكل رقم
(٩١): دخول
ضوء النهار الى
المبنى



هذا وتؤثر الظروف المناخية بشكل كبير على كمية الضوء الكلية وعلى المحصلة النسبية للمركبة المذكورة.

في المناخات المعتدلة وفي خطوط العرض العالية حيث تكون الغيوم متناثرة في السماء (overcast) بشكل معتاد، فإن نصف كرة السماء تعمل كمصدر للضوء. وقد توجد شمس مشرقة إلا أنه لا يعتمد عليها في الإضاءة بضوء النهار في ذلك المناخ. وللسماء ذاتها فعالية انارية عالية لتزويد الغرف العادية بالإضاءة، وبناءً على ملاحظات بتنها Commissin Internaional de l'Eclairage (CIE) فقد اعتمدت توزيع الانارية لسماء ملبدة حسب تغييرها مع وظيفة تلك الانارية على هذا النحو:

٥.٢.٢

المناخ والضوء

$$L_y = L_H \times (1 + 2 \sin y)$$

حيث

$$L_y = \text{الانارية على زاوية ارتفاع تساوي } y^\circ$$

$$L_H = \text{الانارية عند الأفق}$$

وبذلك تكون انارية الشمس L_2 مساوية [75]

$$L_z = 3 \times L_H$$

للمناخات الصحراوية الجافة خاصة أنها ذات ضوء شمس مباشر قوي أكثر من السماء الغائمة. ويستبعد ضوء الشمس المباشر عادة عن

المباني لأسباب حرارية . تكون السماء في العادة ذات لون أزرق غامق وقد تكون اناريته منخفضة حتى ١٧٠٠ قنديلة / متر المربع (غير كاف لضمان ضوء نهار مناسب) . ويكون للسماء الصافية هذه أعلى إنارية ممكنة قرب الأفق وأدنى إنارية على زاوية قائمة مع اتجاه الشمس .

تعكس الأرض العادية الجافة المضاء بالشمس وجدران المباني الأخرى الملونة بلون فاتح - ضوء أكثر، وهذا يشكل المصدر الرئيسي للضاءة بضوء النهار داخل المباني . وقد يكون ذلك مصدراً للابهار عندما تكون السطوح الفاتحة الألوان ذات انارية عالية وواقعة ضمن حقل الابصار . قد يولد الغبار الخفيف المعلق في الهواء وهجاً (Haze) مما يزيد في السطوع Brightness الظاهري للسماء حتى ١٠٠٠٠ قنديلة / متر المربع . إلا أن الغبار الثقيل المتكرر والعواصف الرملية تنقص ذلك السطوع الى ما تحت ٨٥٠ قنديلة / متر المربع . وهو ما يعرف بالقتام .

وفي المناخات الدافئة الرطبة ، تكون السماء عادة ملبدة بالغيوم وذات انارية تزيد على ٧٠٠٠ قنديلة / متر المربع ويكون بعض ضوء السماء المنتشر سائداً وقد تسبب السماء الساطعة جداً إبهاراً مزعجاً عند النظر إليها من خلال غرفة مضاءة بشكل معتدل .

وفي المناخات المركبة تكون الاختلافات في الاضاءة شاسعة بين حالات السماء الملبدة، والسماء الصافية .

نظراً للتباين في مناسيب الاضاءة خارج المبنى فانه يصعب حساب الاضاءة الداخلية بدلالة الاستنارة الضوئية وربما كان ذلك بلا جدوى . وعلى كل حال فانه يمكن اعتبار نسبة الاستنارة الى الاستنارة المتزامنة . خارج المبنى بأنها كمية ثابتة وذلك في مبنى معين ونقطة معينة . ويعبر عن هذه النسبة الثابتة بنسبة مئوية هي عامل ضوء النهاء (DF) .

$$DF = \frac{E_i}{E_o} \times 100 \%$$

حيث

E_i = الاستنارة داخل المبنى عند النقطة المعنية .

E_o = الاستنارة خارج المبنى الناتجة من نصف كرة سماء غير المحجوبة .

٥,٢٠١
فهوم عامل
سوء النهار

يكون مفهوم عامل ضوء النهار ساري المفعول (تبقى النسبة ثابتة) فقط عندما تكون السماء ملبدة وتكون الشمس غير مشرقة مباشرة. وبذلك، وطبقاً للبند رقم (١، ٢، ٥) فإن العوامل التي تتحكم في الاضاءة النهارية هي:

١. عامل السماء (SC)
 ٢. وعناصر الانعكاس الخارجي (ERC)
 ٣. وعناصر الانعكاس الداخلي (IRC)
- وبذلك فإن: $DF = SC + ERC + IRC$

وتعتمد تلك العوامل على المتغيرات الواردة في البند التالي:

٥، ٢، ٤
متغيرات

تعتمد كل من العوامل السابقة على متغيرات التصميم كما يلي:

أ) SC - تعتمد على مساحة السماء المرئية من النقطة المعنية وعلى متوسط زاوية ارتفاعها من الأفق (altitude angle) (أي إنارية السماء على تلك الزاوية)، لذلك فانها تعتمد على مساحة الشباك ووضعه بالنسبة للنقطة المعنية ومقاسات أجزاء هيكله، ونوعية الزجاج ونظافته والحواجز الخارجية.

ب) ERC - تعتمد على مساحات السطوح الخارجية المرئية من النقطة المعنية وانعكاسيات تلك السطوح.

ج) IRC - تعتمد على مقاسات الغرفة، نسبة الجدران والسطوح الى مساحة الشباك. وانعكاسيات تلك السطوح. ويعتمد أسلوب الحساب التقني لكل من تلك العوامل في الجزء ٥، ٣.

عندما يعطي معامل ضوء النهار لنقطة معينة، يمكن تحويلها إلى قيمة

٥، ٢، ٥

استنارة (illumination value)، اذا علمت الاستنارة الخارجية.

مفهوم السماء
التصميمية

مثال:

$$DF = \frac{E_i}{E_o} \times 100 \%$$

اذا كانت $DF = 8\%$ ، $E_o = 6000$ لوكس فإن

$$E_i = \frac{E_o}{6000} \times 100$$

$$E_i = 480 \text{ lux}$$

بالتقييم الاحصائي لتسجيلات طويلة المدى للاستئارة يمكن بناء منسوب استئارة خارج المبني (E_o)، لموضع معلوم، وهذا المنسوب يكون المنسوب الذي تصل اليه الاستئارة الحاصلة لزمان فعال ٩٠٪ أو ٨٥٪ من ساعات النهار. ويؤخذ هذا المنسوب على أنه قيمة استئارة السماء التصميمية للحالة العملية.

وبذلك يمكن اعادة الحسابات السابقة واستعمالها كأساس للتصميم طبقاً للخطوات التالية:

- ١ . بناء منسوب استئارة مطلوب (E_p) مئة ٣٠٠ لكس (انظر ملحق ١، ٩).
- ٢ . ضمان منسوب استئارة سماء تصميمية محلية (E_o) مثلاً ٩٠٠ لكس.
- ٣ . حساب عامل ضوء نهار ضروري.

$$DF = \frac{300}{9000} \times 100\% = 3.33\%$$

- ٤ . يتم التصرف بمتغيرات التصميم (مقاس الشباك... الخ) للحصول على عامل ضوء النهار المذكور.

تؤكد هذه الطريقة أنه يمكن الوصول الى منسوب الاستئارة الداخلية المطلوبة أو تجاوزه، طوال ٩٠٪ من زمن وجود ضوء النهار. وما تبقى من الوقت وهو ١٠٪ حيث الضوء يحتمل الحدوث على فترات قصيرة أو ينذر حدوثه، فانه يمكن اعتبار السطح المرئي أقرب للشباك أو يمكن استعمال اضاءة اصطناعية. استعمال ذلك الحدوث النادر يكون غير اقتصادي وغير مفيد وينتج عند اضاءة هائلة معظم الوقت.

وهذه بعض قيم استئارة السماء التصميمية (باللكس) كنماذج:

لندن	خط عرض	52	٥٠٠٠ لكس
هوبرت	خط عرض	43	٥٥٠٠ لكس
سيدني	خط عرض	33	٨٠٠٠ لكس
برسيان	خط عرض	27	١٠٠٠٠ لكس
داروين	خط عرض	10	١٥٠٠٠ لكس
نيروبي	خط عرض	1	١٨٠٠٠ لكس

تضمن الطريقة السابقة ضوء نهار مناسب حتى لمنسوب منخفض جداً
في من الاضاءة خارج المبنى ، وبذلك تكون مناسب الاستنارة الموجودة معظم
الوقت اكثر من المنسوب المعبر.

ومن وجهة نظر فيزيائية وفيزيوسيكولوجية فان ذلك يكون مفيداً (في
تحسين الفعالية الابصارية) أما في المناخات المعتدلة من المحتمل أن
يكون التأثير السيكلوجي لتلك الاضاءة الزائدة ذا قيمة كبيرة للحياة الهائلة .

وعلى العكس من ذلك، في المناخات الدافئة، تكون التأثيرات
الفيزيائية والسيكلوجية سيئة نتيجة للاشعار الحراري المرافق، لأن الاضاءة
الزائدة تعني التسخين الزائد، والتسخين الزائد أكثر ازعاجاً من الاضاءة
المنخفضة. وأبعد من ذلك، فان الغرفة ذات الانارة المنخفضة تكون أكثر
قبولا من ناحية سيكلوجية حيث ان الضوء مرتبط عقلياً بالدفء والاضاءة
المنخفضة مرتبطة بالبرودة.

ويستطلب ذلك على كل حال، مهارة جيدة في الاستعمال، جزئياً
لضمان استنارة ملائمة للفعالية الابصارية الضرورية، وجزئياً لتجنب الاصابة
بالكآبة الابصارية ذات تأثير ذاتي (Subjective) ناتج عن التباين الزائد بين
خارج المباني الساطع جداً وداخله المضاء بشكل خفيف (Dimly) هذا
ويمكن تأكيد العوامل التي تؤثر على الاحساسات الأخرى وهي :
الرطوبة والهواء الفاسد (stale-air) والروائح، وعدم الترتيب.

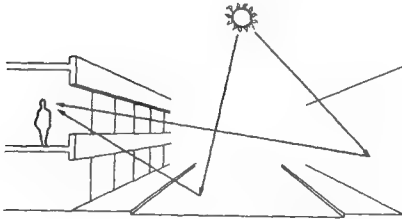
ويمكن تلخيص مهمة الاضاءة بضوء النهار ومشكلاتها فيما يلي :

- أ (توفير ضوء نهار ملائم حتى لو كانت الشبائيك محمية بأباجورات
(Louvers) أو شبكات (Grelis) لأسباب حرارية.
- ب (لاستبعاد السطوح الهائلة السطوح من الحقل الابصاري (وهي
السطوح ذات اللون الفاتح المضاء بضوء الشمس المباشر) التي قد
تسبب الابهار.

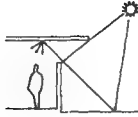
وسيتبع بحث تلك المشكلات في ظروف مناخية مختلفة في الفقرات
التالية :

يجب إبعاد ضوء الشمس المباشر عن المباني جزئياً لأسباب حرارية وجزئياً، لأنه من المحتمل أن يسبب إبهاراً. بما أن الشبايك في تلك المناخات تميل لأن تكون صغيرة فإن جزءاً كبيراً من السماء يرى من أي نقطة في الداخل وخصوصاً بالسماء وذات الاستتارة القليلة، فإن مركبة السماء سوف تكون غير كافية [77]. ومن جهة أخرى تكون انارية السماء بالقرب من الأفق أكبر ويمكن أن تكون مصدراً للإبهار إذا لم تحجب. وتكون كل من الأرض والسطوح الخارجية للمباني الأخرى ذات لون فاتح في العادة وقد يؤدي ضوء الشمس القوي المباشر عليها الى حدوث إبهار (الشكل ٩٢)، لذلك يمكن استعمال الضوء المنعكس خارجياً شريطة أخذ الحيلة الكبيرة لتجنب الإبهار.

الشكل رقم (٩٢): الإبهار من السطوح المضادة بضوء الشمس المباشر



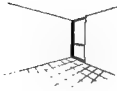
قد يكون الضوء المنعكس داخلياً أكثر ملاءمة من ضوء النهار ولتحقيق ذلك يجب أن يكون الشباك مرتفع المنسوب (عتيته فوق منسوب العين) وهذا سوف يسمح بالضوء المنعكس أن يصل للسقف فإذا كان السقف ابيض اللون فهذه الطريقة تحدث اضاءة داخلية ملائمة ومنشورة بشكل حسن، من خلال شباك صغير (انظر الشكل ٩٣).



الشكل رقم (٩٣) : الضوء المنعكس المنشور بواسطة السقف

إذا استعملت (وسائل تظليل) فقد تصبح السطوح العاكسة المضاء بضوء الشمس المباشر مصادر إبهار، لذا يجب أن تكون تلك السطوح إما غير عاكسة أو موضوعة بحيث لا تكون مرئية مباشرة. وتكون الشبائيك المنخفضة المنسوب مقبولة إذا كانت تطل على ساحة مظلة أو على مزرعة. وإذا لم يكن تجنب المنظر المضاء بالشمس من خلال الشباك، فإن التباين الاناري القوي بين المنظر ومحيط الشباك يمكن تخفيضه بواسطة :

- ١ . دهان الجدار المجاور بلون فاتح .
 - ٢ . دهان داخل هيكل الشباك باللون الأبيض .
 - ٣ . بما أن الجدار تميل أن تكون سميكة في هذا المناخ فانه يمكن خلط الأجزاء العميقة المكشوفة (المدهونة باللون الفاتح) لجعل التباين متدرجاً .
 - ٤ . يمكن عمل فتحات أخرى في الجدار المتقابلة أو الجدران الجانبية ، وذلك لاسقاط بعض الضوء القادم على الجدار المحيط بالشباك .
- ويمكن تجنب المنظر الشديد السطوع باستعمال شبك رأسي شريحي في زاوية الغرفة (انظر الشكل رقم ٩٤) حيث يؤدي ذلك الى انزلاق الضوء على سطح الجدار (بزاوية ميل قليلة) مما يوفر مصدراً ظاهراً كبيراً لانارية أقل .



الشكل رقم
(٩٤) : شبك
زاوية

في العادة تكون المباني في تلك المناخات من انشاءات خفيفة وفيها فتحات كبيرة لضمان التهوية العرضية (Cross-Ventilation) وحركة الهواء ويتم ذلك عادة بمظلات (Overhanging eaves) واسعة أو وسائل تظليل أخرى.

ويستبعد ضوء الشمس المباشر لأسباب حرارية، وتكون السماء ساطعة، وقد توفر ضوءاً كافياً. إلا أن إنارتها العالية قد تسبب الابهار أيضاً.

لذلك يجب حجب منظر السماء باستعمال وسائل تظليل أو نباتات زراعية. وبما أن انارية السماء قرب الأفق تكون أقل منها بكثير عند زوايا الارتفاع الأخرى فإنه قد يسمح بارتفاع منظر السماء عن الأفق حتى زاوية (١٥°م) وهذا يتطلب شروطاً معينة في تصميم عناصر التظليل.

ويمكن تلخيص المعيار بدقة أكثر من كونه لاستبعاد ضوء الشمس كما يلي:

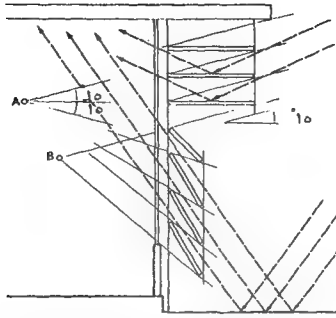
أ (السماح بظهور منظر السماء والأرض قرب الأفق حتى زاوية + ١٥°م تقريباً (فوق وتحت الأفق).

ب) استبعاد منظر الأرض الساطعة وسطوح الأباحورات أو الشفرات (blade) التي تسمح بدخول الشمس.

جـ) عكس ضوء النهار عن الأرض وعن الشفرات الى أعلى للسقف الذي يجب أن يكون بحد ذاته ذا لون فاتح.

يبين الشكل رقم ٩٥ ترتيباً قد يفي بتلك المتطلبات ويضمن تهوية جيدة في الوقت نفسه [٧٨].

من المستحيل عملياً في المناخات المعتدلة توفير ضوء نهار مناسب (2% = DF) في الغرف المضاء جانبياً لعمر أكبر من ثلاثة أمثال ارتفاع رأس الشباك (فوق مستوى العمل). في المكتب المتوسط الحال أو في غرفة الصف يقابل ذلك عمق ٦م كحد أقصى. وللغرف الأعمق من ذلك، فقد طور نظام يعرف بالاضاءة التكميلية الاصطناعية الدائمة (PSALI) للأماكن الداخلية. (Permanent Supplementary Artificial Lighting of the Interiors) وبذلك،



الشكل رقم (٩٥):
نظام أباجورات خاص

Two critical points (nearest to window) are taken as:
 A = standing - 1.70m height, 1.10 m to window
 B = sitting - 1.20m height, 0.80m to window
 A = شخص واقف - ١.٧٠م وعلى بعد ١.١٠م من الفتحة
 B = شخص جالس - ١.٢٠م - وعلى بعد ٠.٨٠م من الفتحة

وكما تتضمن التسمية، تضاء الغرف بشكل دائم بالأضواء الكهربائية لتوفير الاستنارة اللازمة بطريقة يمكن المحافظة منها على المستوى المألوف للإضاءة بضوء النهار.

وهكذا تظل خطوة واحدة لاستعمال الاضاءة الاصطناعية الدائمة (PAL) التي تهمل ضوء النهار كلية، ومن المحتمل أن يؤدي ذلك الى بيئات عديمة الشبابيك. لقد زعم بعضهم أن الشباك هو أضعف نقطة في المبنى (لكل من العزل الحراري وعزل الضجيج). ويمكن الحصول على فوائد اقتصادية عظيمة ببناء عديم الشبابيك واستعمال الاضاءة الاصطناعية الدائمة. يكون التوفير في التدفئة وتكييف الهواء أكبر من تكلفة الاضاءة الاصطناعية.

والجدال الدائر هو أن الغرض من الشبابيك ليس توفير الاضاءة بضوء النهار ولكنه أيضاً توفير اتصال ابصاري مع الحيز الخارجي للمبنى. وباستعمال (PSALI) يمكن توفير هذه الضرورة باستعمال شبابيك ذات

مقاسات مختصرة وتكملة ضوء النهار غير الكافي بوسائل اصطناعية إذا صح ما ورد سابقاً فإن ذلك يجب أن يتوافر حتى في المناخات الحارة . وفي المناطق الحارة الجافة ، على وجه الخصوص حيث تكون الشبائك صغيرة المقاسات لأسباب حرارية ، وحيث يجب توفير بعض أنواع التظليل ، فإن ضوء النهار الواصل الى الداخل ، قد يكون غير كاف ، وربما كانت وسائل التحكم الحرارية مهمة جداً ، وإضافة الى ذلك ستظهر هناك اختيارات متاحة اما قبول إضاءة قياسية المنسوب ، أو إضاءة تحت المستوى ، أو استعمال الاضاءة الاصطناعية التكميلية الدائمة (PSAL) .

يستعمل في الاضاءة الكهربائية نوعان من المصابيح الكهربائية بشكل عام وهي :

٥٠٢٠١٠
المصابيح
الكهربائية

١ . المصابيح التوهجية (Incandescent lamps) :
وهي التي يمرر فيها تيار كهربائي من خلال فتيلة ثينغستون وتسخن نتيجة لذلك ، وتبث الضوء بسبب التوهج .

٢ . المصابيح الفلورية (التألقية) (Fluorescent Lamps) : يحدث فيها تفريغ كهربائي بين قطبيها من خلال بخار زئبق منخفض الضغط (مخلوط مع بعض الغازات المساعدة) فتبث جزيئات الغاز المهيجة اشعاعاً فوق بنفسجي يمتص هذا الاشعاع من الطلاء الفلوري الموجود على الزجاجية من الداخل ويعاد بثه بأمواج ذات أطوال مرئية .

للمصابيح التوهجية فعالية إنارية (Luminous Efficiency) تساوي من ١٠ لومن / واط إلى ١٦ لومن / واط . وللمصابيح الفلورية فعالية إنارية تساوي من ٤٠ لومن / واط الى ٧٠ لومن / واط وبذلك ، للحصول على الخرج الضوئي نفسه فلا بد من واطية للمصابيح الفلورية أقل بكثير مما يلزم للمصابيح التوهجية .

فمثلاً : مصباح توهجي ذو واطية تساوي ٢٠٠ واط قد يعطي خرج ضوء يساوي ٢٥٠٠ لومن ، بينما مصباح فلوري ذو واطية تساوي ٤٠ واط قد يعطي الخرج الضوئي نفسه (الكابح ذو قدرة تساوي ٨ واط) وبذلك تكون الواطية الكلية للدائرة في المصباح الفلوري مساوية ٤٨ واط .

ويمكن توضيح ذلك بطريقة أخرى وهي أن الطاقة الكلية المشعة من مصباحين توهجي وفلوري تكون موزعة كمايلي :

المصباح التوهجي ٥٪ ضوء ٩٥٪ حرارة
المصباح الفلوري ٢١٪ ضوء ٧٩٪ حرارة

ومن وجهة النظر الحرارية تؤخذ الواطية الكلية للمصباح في الحسبان كمعدل كسب حراري . وكمية الطاقة المشوثة هي حرارة، حتى الضوء المشبوت عندما يصطدم بسطح الغرفة يتحول الى طاقة حرارية، ويجب أن تأخذ في الحسبان أن القدرة الكلية للمصابيح الفلورية ليست هي القدرة الواردة الى الأنابيب الزجاجي فقط، بل يجب أن تضاف إليها قدرة المكايح .

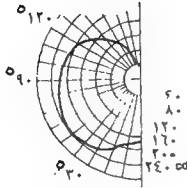
واذا ما تقرر استعمال (PSALI) في مناخ جاف حار، فإن الحرارة الناتجة من الاضاءة الكهربائية تزيد درجة الحرارة في الداخل، وذلك ينصح بتقليل انتاج الحرارة للحد الأدنى باستعمال مصابيح فلورية . وفي الأحوال الحرجة، يجب فصل الكوابح عن المصابيح ووضعها في حيز ذي تهوية بطريقة مستقلة، وهذا يوفر ٨ واط حرارة من كل مصباح ٤٠ واط مما يؤدي الى تخفيض في كسب الحرارة الناتج من الاضاءة يعادل ١٧٪ .

٥,٣ تقنيات الضوء

- ٥,٣,١ الاضاءة الموضعية
- ٥,٣,٢ طريقة اللومن للاضاءة العامة
- ٥,٣,٣ متطلبات الاضاءة بضوء النهار
- ٥,٣,٤ مناقل قياس ضوء النهار
- ٥,٣,٥ مركبة السماء
- ٥,٣,٦ المركبة المنعكسة خارجياً
- ٥,٣,٧ المركبة المنعكسة داخلياً
- ٥,٣,٨ تعديلات اخرى
- ٥,٣,٩ توزيع ضوء النهار
- ٥,٣,١٠ الاسقاط المنظري
- ٥,٣,١١ ظروف السماء الصافية
- ٥,٣,١٢ مخطط بياني الشمس + السماء الصافية
- ٥,٣,١٣ طريقة اللومن لضوء النهار
- ٥,٣,١٤ دراسة النماذج
- ٥,٣,١٥ الإبهار في الاضاءة الكهربائية
- ٥,٣,١٦ الإبهار في الاضاءة النهارية

عند تصميم الاضاءة على سطح معلوم ، يمكن التنبؤ بمدى الاستنارة الناتجة من مصدر ضوء نقطي (اضاءة موضعية) باستعمال قانون التوزيع العكسي . وتحتوي كسابقات المصاييح أو تجهيزات الاضاءة في العادة على مجموعة من المنحنيات (المنحنيات القطبية) التي تصف خصائص في توزيع الضوء بها . وهنالك مثالان لذلك في الشكل رقم (٩٦) .

٥,٣,١
الاضاءة
الموضعية



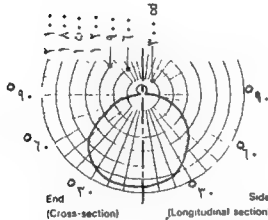
الشكل رقم

(٩٦):

المنحنيات

القطبية

Atlas ME 1200 opal glass globe
with 200 W tungsten lamp



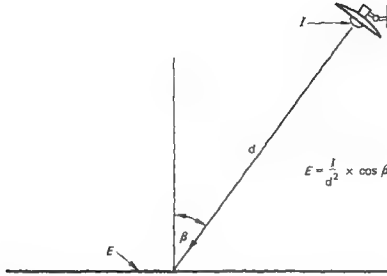
Atlas HDZ 2080 metal trough
with 1.5 m 80 W fluorescent tubes

Apparent intensities (I) for fittings with the given lamps
الشدة الظاهرة (I) لوجهاضاضاعة محددة الموحداات

من تلك المنحنيات يمكن قراءة شدة الضوء (I) لمصدر ضوء من جميع الاتجاهات المحيطة، وذلك بالقيديلة (cd). فإذا كانت (d) تساوي بُعد النقطة المضاءة عن المصدر (بالمتر) وكانت (β) تساوي زاوية السقوط (الشكل ٩٧) فإن الاستدارة على السطح المعلوم (باللكس) تساوي.

$$E = \frac{1}{d^2} \times \cos \beta \quad \text{Lux}$$

تعطي المنحنيات القطبية عادة الشدة (I) لكل ١٠٠٠ لومن من الخرج الضوئي للمصباح، ولذلك يجب ان تقسم القراءة من المنحني على ١٠٠٠ وتضرب بقيمة لومينات المصباح. وإذا اشتركت عدة مصادر ضوء في استدارة نقطة ما، فإن قيم الاستدارة يجب ان تحسب لكل مصدر على انفراد، ثم تجمع القيم معاً للحصول على الاستدارة الكلية.



الشكل رقم

(٩٧):

الاستنارة من

مصدر نقطي

عند إضاءة غرفة بعدة مصابيح وتجهيزاتها فإن طريقة الحساب السابقة تكون مطولة ومضنية. فإذا وضعت التجهيزات في صفوف منتظمة فإنه يمكن اتباع طريقة مختلفة تماماً وأكثر بساطة، وذلك باستعمال مفهوم عامل الافادة (UF)، وهو ببساطة، نسبة الدفع الكلي الواصل الى مستوى المعمول (F_p) الى (F_1) الدفع الكلي المبعوث من جميع المصابيح.

٥.٣.٢

طريقة اللومن
للاضاءة العامة

مثال :

إذا كانت المصابيح جميعها تبث ١٠٠٠ لومن، وكان ارتفاع مستوى العمل يساوي ٨م^٢ لجميع انحاء الغرفة وكان الدفع الواصل لذلك المستوى يساوي (٥٠٠٠) لومن فإن:

$$\{UF\} = \frac{5000}{10000} = \frac{F_p}{F_1} = 0.5$$

الاستنارة وتساوي بالطبع الدفع الواصل الى السطح مقسوما على مساحة ذلك السطح، فإذا كانت مساحة قاعدة الغرفة = ٥٠ م^٢ فإن الاستنارة تساوي:

$$E = \frac{5000}{50} = 100 \text{ LUX (Lm/m}^2 \text{)}$$

لوكس (لومن / م^٢)

وإذا كان (UF) معلوماً فإنه يمكن استعماله بطريقتين:

١. إذا كانت خوارج الضوء للمصابيح معلومة فإنه يمكن حساب الاستنارة كمايلي:

٢ . وإذا كانت الاستنارة معلومة فانه يمكن إيجاد خارج ضوء المصباح اللازم للحصول على تلك الاستنارة كمايلي :

$$F_1 = (A \times E) / UF$$

وهكذا فانه يمكن استعمال تلك الطريقة اما كوسيلة للتحقق أو كوسيلة حسابات تصميم مباشرة .

أما الخطوة الحرجة فهي إيجاد قيمة لـ (UF) . ويعتمد ذلك على الأبعاد النسبية للغرفة، وعلى ارتفاع التركيب للمصباح وانعكاسات سطوح الغرفة وعلى نوع تجهيزات الاضاءة المستعملة . ويمكن إيجاد قيم (UF) من كتالوجات تجهيزات الاضاءة المستعملة الصادرة عن الشركة الصانعة أو من نشرات فنية متخصصة [71] حيث أن هذه الطريقة موضحة وكرشادات عامة يمكن أن تكون هذه القيم في الحدود التالية : تتراوح قيم (UF) ما بين :

للاضاءة المباشرة الهابطة	٠,٤ الى ٠,٩
وللتجهيزات الناعرة	٠,٢ الى ٠,٥
وللاضاءة غير المباشرة	٠,٠٥ الى ٠,٢

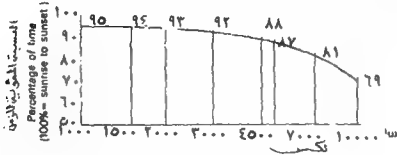
كما يمكن الأخذ في الحسبان تجمع الغبار على المصابيح أو تردي أدائها وأثر كل منها على خرج ضوئها إذ إن عامل الافادة يجب أن يضرب في عامل الصيانة (MF) الذي يقدر عادة ٠,٨ .

كما ورد في البند (٥,٢,٣) فانه من الصعب حساب ضوء النهار الواصل الى نقطة في الغرفة بدلالة وحدات الضوء . لقد قدم مفهوم عامل ضوء النهار (DF) في البند (٥,٢,٣) واستعمل ذلك المفهوم لاقامة حد ادنى مرغوب فيه ، من متطلبات الاضاءة لغرف باستعمالات مختلفة . يبين الملحق رقم ٩,٣ بعض التوصيات لقيم (DF) مأخوذاً من (BRS (41 & 42) ، كما يجب ان نتذكر ان ادنى استنارة حاصلة ، بعامل ضوء منها ومعلوم (DF) ترتبط باستنارة السماء التصميمية فاذا اخذت تلك كما هي في بريطانيا بانها مساوية ٥٠٠٠ لكس اي ان (DF = ٪٢) فان ذلك يعني ان ادنى استنارة تساوي

٥,٣,٣
متطلبات
الاضاءة
بضوء
النهار

$$E = 5000 \times \frac{100}{100} = 100 \text{ لكس}$$

ان هذه القيمة سوف تزيد معظم الوقت كلما كانت الاستئارة خارج المبنى اكثر من ٥٠٠ لكس. يبين الشكل رقم (٩٨) توزيع الاستئارة خارج المبنى وزمن وجودها في لندن.



الشكل رقم
(٩٨):
الاستئارة
الخارجية
(لندن)

تعتمد تقنية التنبؤ بضوء النهار الذي طورته محطة ابحاث البناء البريطانية [٧٩] (BRS) على حساب ثلاثة مركبات لعامل ضوء النهار في كل واحدة على انفراد. وهي مركبة السماء (Sky Component) ، ومركبة عناصر الانعكاس الخارجية (Externally Reflected Component) وهاتان المركبتان يتم إيجادها باستعمال المناقل ، بينما تقدر المركبة المنعكسة داخليا (Internally Reflected Component) بمساعدة مجموعة من المنحنيات البيانية (Nomgrams).

٥,٣,٤
مناقل قياس
ضوء النهار

توجد سلسلتان من المناقل إحداهما للسماء ذات الانارة المنتظمة والأخرى لتوزيع انارة السماء حسب متطلبات (CIE). في المناطق ذات زاوية عرض مرتفعة تحت ظروف سماء ملبدة في العادة بالغيوم، يجب استعمال سلسلة المناقل ٢ بينما تستعمل السلسلة ١ للتنبؤ بمركبة السماء تحت ظروف سماء صافية في ظروف استوائية.

اتجاه الفتحة	السلسلة (١) سماء منتظمة	السلسلة (٢) سماء (CIE)
توزيع رأسي	١	٢
توزيع أفقي	٣	٤
ميل ٣٠° عن الأفق	٥	٦
ميل ٦٠° عن الأفق	٧	٨
فتحات غير مزججة	٩	١٠

* British Standard Code of Practice.

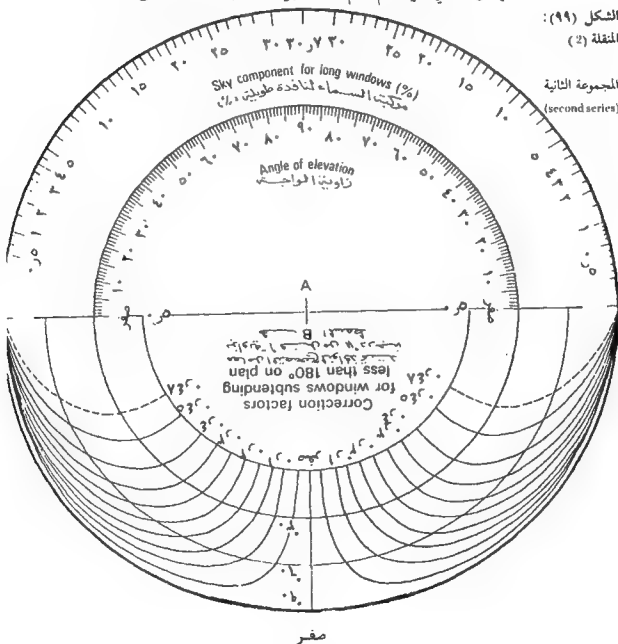
تحتوي كل منقلة على مقياسين مدرجين وهما (A) حيث يعطي هذا المقياس قراءة أولية (لقطاع الغرفة)، (B) يعطي عامل تعديل (من المسقط) القراءة الأولى تبين مركبة السماء لشبايك طويلة بشكل غير متناه الا أنه يجب استعمال عامل التعديل (المقياس B). في شباك محدود الطول. يوضح الشكل رقم (٩٩) المنقلة (٢).

٥,٣,٥
مركبة السماء

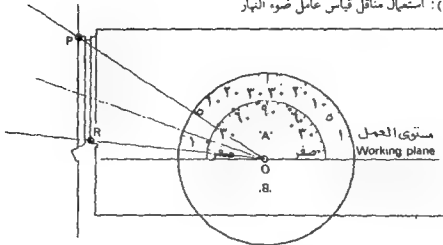
ويوضح الشكل رقم ١٠٠ الخطوات التي يجب اتباعها لاجراء مركبة السماء وذلك في غرفة ٤م×٤م مضاءة بواسطة شباك وكمثال على ذلك :

الشكل (٩٩):
المنقلة (٢)

المجموعة الثانية
(second series)

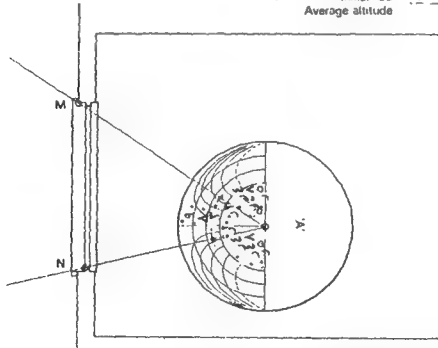


الشكل (١٠٠): استعمال مناقل قياس عامل ضوء النهار



Method of establishing initial SC from section.
طريقة إيجاد مركبة السماء في المقطع

Read: \overline{PO} —
 \overline{RO} —
Initial SC —
Average altitude —



Method of establishing correction factor from plan.
طريقة إيجاد مركبة السماء في المسقط

Read along 20° circle: $\overline{MO} = 0.32$
 $\overline{NO} = 0.18$
Correction factor $\frac{0.5}{0.5}$

$$SC = \dots = \%$$

إذا لم توجد حواجز خارج الشباك لا يكون هناك مركبة منعكسة خارجياً (ERC) وإذا كان هناك حواجز أعلى من الخط (RO) فإن الضوء المنعكس عن تلك الحواجز سوف يصل إلى النقطة المعينة، وسوف يُسهم في إضاءتها. يعبر عن قيمة تلك المساهمة بالمركبة المنعكسة خارجياً (ERC) التي يمكن إيجادها كما يلي:

٥,٣,٦
المركبة المنعكسة
خارجياً

- ١ . يرسم مسقط للغرفة ويعلم مستوى العمل وعليه النقطة التي ستعتبر، وهي النقطة (O) .
- ٢ . توصل نهايات الفتحة (أوحواف الحاجز) من النقطة (O) أي المستقيمتين (PO) ، (RO) .
- ٣ . توضع المنقلة والمقياس (A) الى أعلى وخط القاعدة على مستوى العمل ومركزه في النقطة (O) .
- ٤ . تقرأ القيم حيث تقطع الخطوط (PO) ، (RO) محيط المقياس فيسيكون الفرق بين القيمتين هو مركبة السماء الأولية .
- ٥ . تقرأ زوايا العرض (الارتفاع) حيث تقطع الخطوط (PO) ، (RO) زاوية ميل المقياس ويؤخذ معدل القراءتين .
- ٦ . يعين موضع النقطة (O) التي ستعتبر على مسقط الغرفة .
- ٧ . توصل نهايتا الفتحة مع النقطة (O) الى الخطتين (MO) . (NO) .
- ٨ . توضح المنقلة والمقياس (B) باتجاه الشباك وخط القاعدة موازياً للشباك والمركز في النقطة (O) .
- ٩ . تعلم أربعة أنصاف دوائر متحدة المركز على المنقلة : ٠° ، ٣٠° ، ٦٠° ، ٩٠° ، تختار واحدة منها طبقاً لزاوية الميل المقابلة المحصول عليها في الخطوة O ويستقرأ نصف دائرة داخلية اذا لزم .
- ١٠ . حيث يقطع المستقيمان MO ، NO نصف الدائرة تلك ، تقرأ القيم على طول المنحنيات القصيرة على مقياس نصف الدائرة الداخلية .
- ١١ . تجمع القيمتان اذا كانت كل من نقطتي التقاطع واقعيتين على جانبي خط مركز الدائرة، واذا كانت في الجانب نفسه ، أخذ الفرق بين القيمتين وتكون القيمة الناتجة هي عامل التعديل .
- ١٢ . تضرب مركبة السماء الأولية (الخطوة ٤) بعامل التعديل للحصول على مركبة السماء (SC) .
- أ) تعيين مركبة السماء المكافئة التي يحصل عليها من المساحة نفسها من السماء غير المحجوبة باتباع الخطوات التي وردت سابقا .
- ب) تضرب القيمة الحاصلة بمايلي :
- ١ . اذا استعملت مناقل السلسلة ١ (السماء المنتظمة) تضرب بالمقدار ٥ر٠ في متوسط انعكاسية السطح المقابل أو إذا كان ذلك غير معلوم ، فانها تضرب في ١ر٠

٢ . اذا استعملت المناقل من السلسلة ٢ (سواء CIE) فانها تضرب تلك القيمة في متوسط انعكاسية السطوح المقابلة او بالقيمة ٠.٢

كثير من الضوء الداخل من خلال الشباك يصل للنقطة المعينة فقط بعد الانعكاس عن الجدران والسقف والسطوح الاخرى داخل الغرفة . يعبر عن قيمة المساهمة في الاضاءة للنقطة المعينة بالمركبة المنعكسة داخلياً (IRC) . وهي عادة تكون منتظمة بشكل معقول في جميع انحاء الغرفة ، ولذلك وفي معظم الحالات ، يكتفي بإيجاد قيمة المركبة المنعكسة الداخلية المتوسطة . وتكون أبسط الطرق باستعمال المخطط البياني الوارد في الشكل رقم ١٠١ [٨٠] والخطوات المتبعة في ذلك واردة في البند التالي :

١ . تعيين مساحة سطح الشباك والمساحة الكلية لسطح الغرفة (الارضية والسقف والجدران بما في ذلك الشبايك) وتحسب نسبة مساحة الشباك الى المساحة الكلية وتعين تلك القيمة على المقياس (A) في المخطط البياني .
٢ . تستخرج مساحة جميع الجدران ، وتحسب نسبة مساحة الجدران الى المساحة الكلية وتعين تلك القيمة في العمود الاول من الجدول المرافق (على محاذة المخطط) .

٣ . توضع قيمة انعكاسية الجدران عبر الخط العلوي من الجدول ، ثم تقرأ قيمة متوسط الانعكاسية عند تقاطع العمود مع الخط (يستعمل الاستقراء اذا لزم ذلك افقياً وعمودياً) .

(ملاحظة : يفترض الجدول انعكاسية سقف ٠.٧٠ وانعكاسية ارضية ٠.١٥)
٤ . تعين قيمة متوسط الانعكاسية على المقياس (B) ثم يرسم خط مسقيم من تلك النقطة مخرقة المقياس (A) (للقيمة الموجودة في الخطوة ١) .

٥ . حيث تقطع تلك المقياس (C) تقرأ القيمة التي تعطي المتوسط لقيمة المركبة المنعكسة داخلياً اذا لم يوجد حاجز خارجي .

٦ . اذا وجد حاجز خارجي حددت زاويته مع الافق مقاسة من مركز الشباك على المقياس (D) .

٧ . يرسم خط مستقيم من تلك النقطة (D) مارة بالنقطة المحددة على المقياس (C) وتقرأ قيمة المركبة المنعكسة داخلياً (IRC) المتوسطة على المقياس (E) .

ونظراً لتردي أداء التشطيبات الداخلية للمبنى ، يجب استعمال عامل

٥,٣,٧

المركبة المنعكسة
داخلياً

صيانة مع قيمة المركبة المنعكسة داخلياً (IRC) التي يحصل عليها اما عامل متوسط يساوي ٠.٧٥ او احد القيم التالية :

حالة الموضع	نوع العمل	عامل الصيانة
نظيف	نظيف	٠.٩
وسخ	نظيف	٠.٨
نظيف	وسخ	٠.٧
وسخ	وسخ	٠.٦

يمكن الحصول على ادنى قيمة لقيمة المركبة المنعكسة الداخلية (IRC) بضربه بقيمة المركبة المنعكسة الداخلية (IRC) المتوسطة المحصول عليها بالطريقة السابقة بعامل تحويل يعتمد على متوسط الانعكاسية :

متوسط الانعكاسية	عامل التحويل
٠.٣	٠.٥٤
٠.٤	٠.٦٧
٠.٥	٠.٧٨
٠.٦	٠.٨٥

وبذلك يتم الحصول على عامل ضوء النهار (DF) كمجموع لـ (SC + ERC + IRC) الا انه قد يكون ضرورياً ضرب تلك القيمة بحاصل ضرب ثلاثة عوامل تعديل وهي : (GF), (FF), (DF)

١. عامل التزجيج (GF) : اذا كان غير الزجاج النقي فان العامل المناسب من تعديلات أخرى ٥,٣,٨

العوامل التالية يكون :

من الزجاج الصفحي المسلك ٠.٩٥

الزجاج المزخرف والناشر ٠.٩٠ - ٠.٩٥

الزجاج الماص للحسرة ٠.٦٠ - ٠.٧٥

الياف الزجاج الكاسرة للضوء * (GRP) او البلاستيك اكريلي

٠.٦٥ - ٠.٩٠

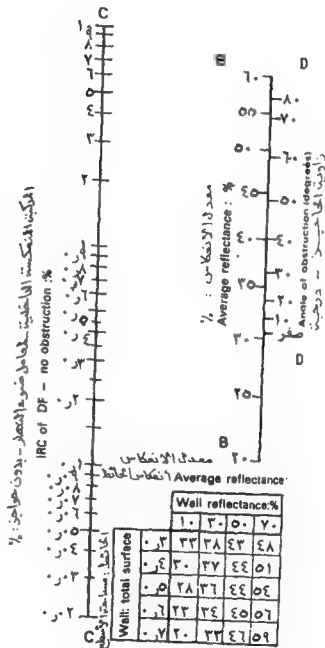
* Glass Reinforced Plastic

الحرارة المحسوسة: الدخيلة - كما ضوء النهار
IRC of DF - with obstruction - مع ضوء النهار

نسبة مساحة النوافذ : المساحة الكلية للإسطح
Ratio of window area: total surface area

0.15 0.16 0.17 0.18 0.19 0.20

A E



- ٢٠ عامل البرواز (Framing Factor) (FF) : يمكن حساب هذا العامل كنسبة مساحة الزجاج الصافية الى مساحة فتحة الشباك الا انه يمكن استعمال قيمة متوسطة تساوي (٠.٧٥) بشكل عام.
٣. عامل الوسخ على الزجاج (Dirt Factor)(DF) : عامل يعتمد على نوع الموضع وتكرار عملية التنظيف ويكون الزجاج المركب افقيا او مائلا اكثر عرضة لترسب الوسخ منه للزجاج الرأسى. وبحسب هذا العامل من الجدول التالي:

الموضوع	رأسيا	مائلا	افقيا
تنظيف	٠.٩	٠.٨	٠.٧
صناعي	٠.٧	٠.٦	٠.٥
وسخ وجدا	٠.٦	٠.٥	٠.٤

٥,٣,٩
توزيع ضوء النهار
إذا اريد التوزيع بتوزيع ضوء النهار في جميع انحاء الغرفة وليس في نقطة معينة منها فانه يجب اقامة شبكة من الخطوط المتساوية (Grid) المرجعية على المخطط، وحساب عامل النهار لكل نقطة من تلك الشبكة. وفي خطوة لاحقة يمكن عمل رسم كنتوري لعامل ضوء النهار باستعمال عملية الاستقراء (Inter-polation) على نقاط الشبكة.

وكطريقة مرتبة توفر جهدا كبيرا ينصح باستعمال شكل مشابه للشكل رقم (١٠٢) الذي يبين مثالا محلولاً للغرفة الواردة في الشكل رقم (١٠٠).

٥,٣,١٠
الاسقاط المنظوري
تعتبر الطريقة الموصوفة اعلاه اداة فعلية للتحقق، اذ يتم افتراض تبوء بقيمة معينة للاضاءة بضوء النهار، وبذا فان عملية التجربة والخطأ لا يمكن تجنبها. وعلى كل حال فان هناك طريقة، ربما تكون اقل دقة، يمكن اتباعها مباشرة كاداة تصميم، [٧٩، ٨٣] وتعتمد هذه الطريقة على استعمال شكل وعاء القفل. الشكل رقم (١٠٣) وتتم حسب الخطوات التالية:

أ (يرسم منظور داخلي للشباك (على ورق شفاف) كما يرى من النقطة التي يعين لها عامل ضوء النهار (DF). ويجب ان تكون المسافة المنظورية (من نقطة النظر الى مستوى الصورة) مساوية ٣٠ ملم وكما في الشكل رقم (١٠٤).

- ب) ترسم جميع الحواجز الخارجية الواقعة على المسقط نفسه .
 جـ) يوضح شكل وعاء الفلفل تحت ورق الشفاف ومركز المنظور منطبق مع وعاء الفلفل .
 د) تعد النقاط الواقعة على مساحة السماء المرئية ويقسم هذا العدد على ١٠ للحصول على مركبة السماء (SC) .
 هـ) يعين عدد النقاط الواقعة على مساحة الحواجز ويقسم هذا العدد على ١٠٠ للحصول على المركبة المنعكسة خارجياً (ERC) .
 و) تعين قيمة المركبة المنعكسة داخلياً (IRC) باستعمال المخطط البياني كما ورد سابقاً .

وتتضمن الفائدة من هذه الطريقة ان نتائج تغيير مقاس الشباك أو موضوعة يمكن ان تقيّم في الحال وذلك بعد تعيين عدد النقاط فقط .

طريقة المنقلة وطريقة شكل وعاء الفلفل مفيدتين وصالحتين للاستعمال في ظروف السماء الملبدة (overcast Sky) . وبما ان التصميم في المناخات المعتدلة يهدف الى توفير مستوى ضوء نهار لا يزيد عنه معظم الوقت (اي لا يوجد له حد أعلى) فانه يجب عدم الأخذ في الحسبان ضوء الشمس المباشر، والا فان ذلك يكون زيادة فائضة .

٥,٣,١١
ظروف السماء
الصافية

وفي المناطق الاستوائية ولا سيما المناخات الجافة الحارة تكون السماء صافية، ويكون ضوء الشمس المباشر قويا معظم الوقت . ولذلك يجب الحد من اختراق اشعة الشمس لداخل المباني لاسباب حرارية، وبذلك فان الحد الاعلى في الاضاءة يكون اكثر اهمية من الحد الادنى .

وفي مثل ظروف السماء الصافية هذه فان ضوءاً مباشراً من الشمس يصل مع كمية متغيرة من الضوء المنشور في نصف كرة السماء الكلية . وازافة الى ذلك، ينعكس كل من الضوء المباشر والضوء المنشور عن السطوح الخارجية والداخلية للغرفة . هذا ويمكن إيجاد كمية كل من المركبتين من الضوء على انفراد، كما تتم معاملة كل منهما على انفراد ايضاً، لان اداء معظم بنايط التحكم بضوء النهار والسطوح العاكسة، يختلف من واحدة لاخرى فيما يتعلق بضوء الشمس المباشر والضوء المنشور . ان عملية الفصل بين المركبتين ليست سهلة . فبينما ينجم ضوء النهار بالكامل عن السماء الملبدة بدون ضوء مباشر

من الشمس، فإن مثل ذلك لا يحدث في السماء الصافية، ويكون الفصل بين النوعين نظريا فقط. لقد تبين بأن سطوع الضوء الذي يوزعه نصف كرة السماء الصافية يكون اقرب الى الانتظامية من سطوع ما توزعه السماء (CIE). عندما تكون على الحال الواردة في البند (٢، ٢، ٥). ولذلك فإنه يمكن استعمال المناقل من السلسلة ١ للتنبؤ بالاضاءة الناتجة عن مركبة الضوء المنشور. كما ان معظم طرق التنبؤ بالاضاءة النهارية تحت سماء صافية مبنية على فصل المركبات للضوء المنشور عن المركبات للضوء المباشر بمعالجة كل منها على انفراد (كل منها في مسارها ذى الانعكاسات المتعددة) وضافة النواتج معا. ان تلك الطرق معقدة في الغالب، ومطوّلة، وغير معتمدة، وذلك بسبب العدد الكبير من العوامل المتغيرة.

ولا توجد نظرية شاملة ولا طريقة حساب شاملة للتنبؤ بالتأثير المشترك للضوء المنشور (السماء) والضوء المباشر (الشمس) إلا أنه، على أسس بنائية، فقد أقيمت طريقة من خلال تجارب مخبرية ذات فائدة عملية (ولو أنها محدودة) وهي صالحة في ظروف محدودة قد وضحتها بأدناه [84,85]. وتستعمل هذه الطريقة مجموعة من المخططات والجداول (الشكل ١٠٥) كما هو وارد في البند التالي:

تعتمد الافتراضات التالية:

٥,٣,١٢

مخطط بياني
الشمس +
السماء الصافية

زاوية ارتفاع الشمس (٩٠°)، تمنح زاوية تساوي (٢٠°) عند عتبة الشباك بواسطة حاجز مقابل له.

إنارة الأرض ٣٤٠٠ قنديلة / ٢

إنارة السماء ١٠٠٠ قنديلة / م^٢

الشباك مجهز بكاسرات شمس تعطي زاوية ظل رأسي تساوي (٤٥°).

انعكاسيات الكاسرات ٧٠، ٠

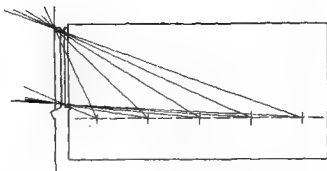
انعكاسية الزجاج ١٥، ٠

الطريقة موضحة باستعمال المثال التالي:

(الشكل رقم ١٠٦)

أبعاد الغرفة : ١٠,٥ × ٧,٥ × ٣ م^٢

أبعاد الشباك : ٣,٦ × ٢,٤ م^٢ (في جدار قصير)

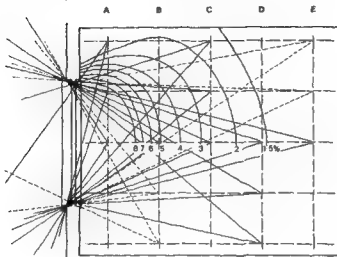


الشكل رقم

(١٠٢):

حساب عامل

ضوء النهار



Assumed no obstruction - no ERC
If there is an obstruction, repeat
columns 1 to 12 of table

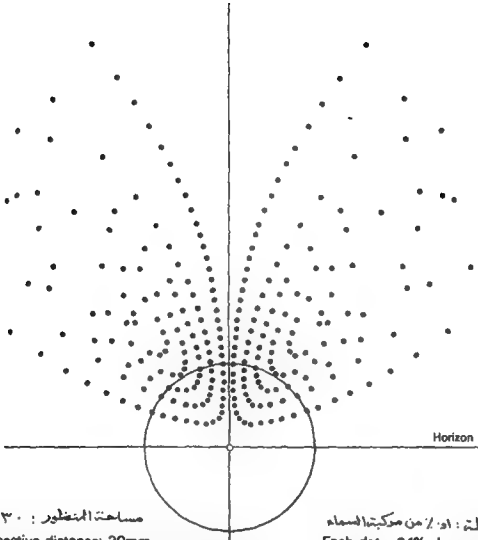
IRC:
Window $2.5 \times 1.5m = 3.75m^2$
Total surface
 $19 \times 2.7 + 2 \times 5 \times 4.6 = 98.3 m^2$
window $= \frac{3.75}{98.3} = 0.038$
total
Wall surface $19 \times 2.7 - 3.75 = 47.55 m^2$
wall $= \frac{47.55}{98.3} = 0.49$
total
If wall $r = 50\%$
Average $r = 44\%$ (from table)

From homogram:

IRC = 0.88%

الماكس التجيد	A					B					م. الزحاج م. الاضار م. المظلم	المعدل 11 x 10	المتوسط 12	المتوسط 13	المتوسط 14
	المعدل					المعدل									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
1	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
2	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
3	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
4	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
5	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
6	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
7	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
8	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
9	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
10	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
11	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
12	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
13	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
14	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
15	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
16	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
17	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
18	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
19	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
20	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
21	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
22	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
23	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
24	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
25	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
26	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
27	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
28	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
29	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
30	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
31	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
32	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
33	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
34	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
35	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
36	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
37	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
38	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
39	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
40	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
41	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
42	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
43	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
44	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
45	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
46	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
47	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
48	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
49	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
50	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
51	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
52	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
53	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
54	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
55	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
56	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
57	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
58	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
59	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
60	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
61	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
62	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
63	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
64	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
65	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
66	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
67	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
68	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
69	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
70	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
71	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
72	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
73	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
74	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
75	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
76	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
77	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
78	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
79	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
80	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
81	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
82	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
83	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
84	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
85	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
86	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
87	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
88	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
89	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
90	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
91	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
92	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
93	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	1.1	1.2	1.3	1.4	

الشكل رقم
(١٠٣): شكل
وعاء الفلفل



مساحة المنظور : ٣٠ مم
Perspective distance: 30mm

كل نقطة : ٠.١٪ من مكونات السماء
Each dot : 0.1% sky component

Circle indicates the visual field within 45° from line of vision
توضح دائرة الحقل البصري في حدود ٤٥° من خط النظر

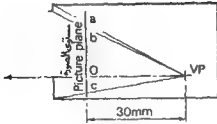
الشكل رقم

(١٠٤): انشاء

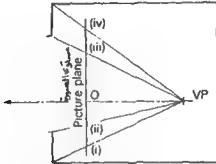
منظور (٣٠)

علم

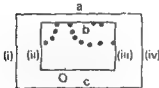
Sections: مقطع A



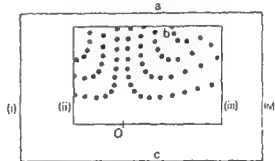
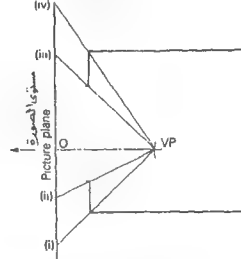
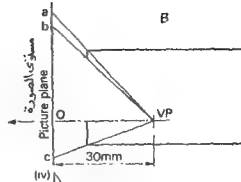
Plans مسط



منظر الحائط والنافذة
View of wall and window:



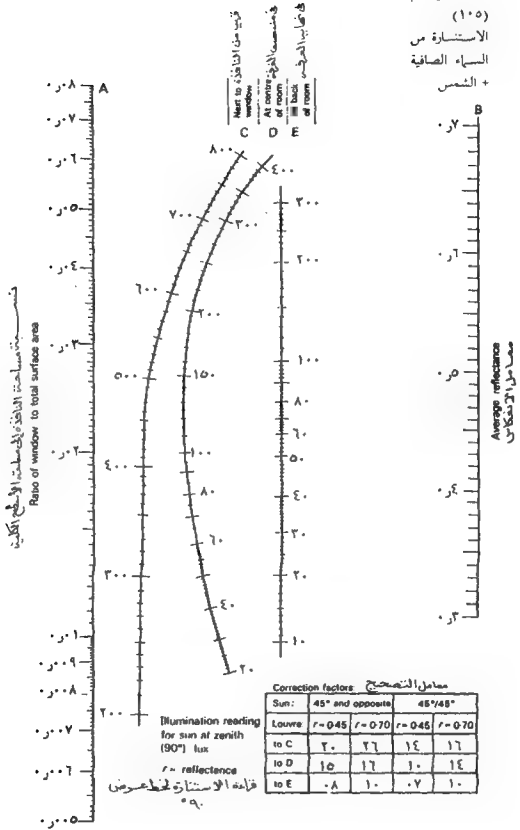
B

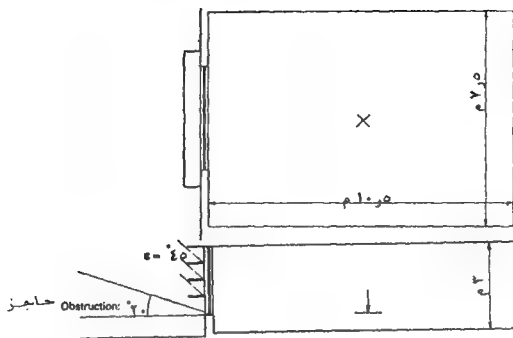


For a viewpoint (VP) 1.5 m from the window an internal elevation to 1:50 scale would give the same view (30 mm = 1.5 m)

For a viewpoint 3m from the window an internal elevation to 1:100 scale would give the same view (30 mm = 3 m)

الشكل رقم
(١٠٥)
الاستنارة من
السماء الصافية
+ الشمس





الشكل رقم
(١٠٦): مثال
استنارة غرفة من
السواء الصافية
+ الشمس

الانعكاسيات :

السقف	٠,٨٠
الجدران	٠,٦٥
الأرضية	٠,٣٠

المطلوب تعيين الاستنارة في مركز الغرفة (٥,٢٥ متر من الشباك) على مستوى العمل.

١. تحسب مساحات السطوح

الأرضية	٢٧٨,٧٥ م ^٢
السقف	٢٧٨,٧٥ م ^٢
الجدران كلها	٢٩٩,٣٥ م ^٢
الشباك	٢٨,٦٥ م ^٢
المجموع	٢٦٥,٥٠ م ^٢

٢. تحسب نسبة مساحة الشباك الى مساحة السطوح كلها:

مساحة الشباك (W) مساحة السطوح (A₁)

مساحة الشباك (W) مساحة السطوح (A₁)

$$W/A_1 = \frac{8.65}{265.5} = 0.0325$$

٣. بحسب متوسط الانعكاسية الداخلية :

$$r = \frac{78.75 \times 0.8 + 78.75 \times 0.3}{99.35 \times 0.65 + 8.65 \times 0.15} +$$

$$= \frac{152.5}{265.5} = 0.574$$

٤. يعين موضع القيمة (W/A_1) على المخطط على المقياس (A) والقيمة (r) على المقياس (B). يرسم خط مستقيم يمر من تلك النقط. ثم يختار واحد من المقاييس المركزية:

G- للقريب من الشباك

D- لمركز الغرفة

E- لخلف الغرفة

وهكذا حيث تقطع الحافة المستقيمة المقياس (D) نقرأ قيمة الاستنارة وهي (١٩٩) لكس. وتكون هذه الاستنارة للحالة القائمة. عوامل التحويل واردة في المخطط (لانعكاسيات الكاسرات تساوي ٤٥ ، ٠ ، ٧٠ ، ٠) لمواضع شمس بزاوية ارتفاع ٤٥° مقابلة وزاوية ارتفاع ٤٥° مع زاوية فرق سمت تساوي ٤٥°. للطريقة هذه تحديدات واضحة يجب اعتبارها كمحاولة أولى لبناء أداة تنبؤ بسيطة.

لقد تم اقتباس طريقة اللومن لتصميم الاضاءة (البند رقم ٢، ٣، ٥) وذلك للتنبؤ بضوء النهار. وكخطوة أولى وجدت قيمة الدفق الكلي الداخلى من خلال الشباك (أو الشبايك) ثم ضربت تلك القيمة بعامل الافادة للحصول على الاستنارة على مستوى العمل. وبذلك فان الطريقة مبنية على مفهوم الدفق الكلي للضوء خلافاً لطريقة عامل ضوء النهار التي بنيت على مفهوم الدفق المنفصل (المنفصل الى ثلاث مركبات (SC + ERC + IRC).

٥، ٣، ١٣
طريقة اللومن

إذا كانت الاستنارة الواقعة على الشباك معلومة (باللكس أو باللومن lm/m^2). ويضرب تلك القيمة في مساحة الشباك (m^2) فيتم الحصول على الدفق الكلي (باللومن).

وتعتمد قيمة (UF) على المقياس النسبي للشباك وعلى موضعه بالنسبة للنقطة المعتبرة وعلى الأبعاد ونباط التحكم الأخرى وعلى الانعكاسيات للسطوح الداخلية وعلى أبعاد الغرفة. يمكن قراءة قيمتها من الجداول الواردة في مرجع جمعية مهندسي الانارة الأمريكية ([86] IES). وهذه الطريقة أكثر تعقيداً ونتائجها أقل دقة بكثير من طريقة منقلة ضوء النهار.

وفي منشورات استرالية [88] مظهر مبسط لذلك. فمن رسم بياني أساسي (الشكل ١٠٧) يمكن قراءة مستويات الاستنارة من نقاط على أبعاد مختلفة من الشباك (معبّر عنها بمضاعفات ارتفاع قمة الشباك فوق مستوى العمل) من أجل نوافذ مستمرة بشكل قطع ضيقة. عوامل التصحيح يمكن أن تستعمل من أجل نوافذ مستمرة بشكل قطع ضيقة. عوامل التصحيح يمكن أن تستعمل من أجل النوافذ الضيقة والحواجز. النتائج التي نحصل عليها بهذه الطريقة تقريبية ولكنها سريعة وسهلة التطبيق.

وبما أن الاستنارة الخارجية متغيرة باستمرار فانه من الضروري إقامة سلاوات اصطناعية أي عمل ترتيبات إضاءة تقلد الاستنارات الحاصلة من نصف كرة السماء التي يمكن تحتها دراسة الاضاءة بضوء النهار على النماذج. يوجد نموذجان أساسيات من تلك السماء الاصطناعية وهما نوع نصف كروي ونوع مستطيل (مراوي) (الشكل ١٠٨) [89].

٥,٣,١٤
دراسة النماذج

للنوع النصف كروي ميزة التشابه الأبصاري القريب للسماء الصافية كما تشاهد وهذا ما يجعل هذه أداة مفيدة لغرض التعليم والتوضيح.

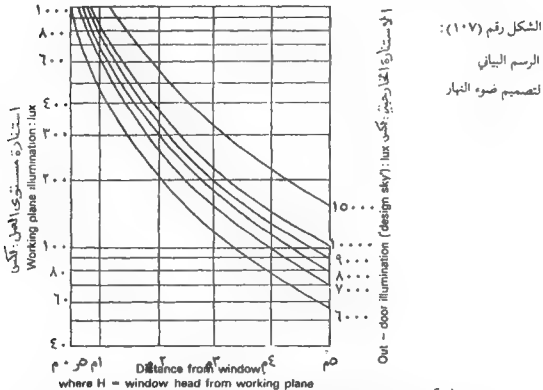
والنوع المستطيل تكون فيه جميع المصابيح فوق سقف ناشر والجدران الأربعة الأخرى مغطاة بالمرآيا ولهذا النوع حسنة على النوع النصف كروي حيث يمكن تطوير أفق ظاهري في ما لا نهاية. وبذلك فان الاستنارة الداخلية في النموذج سوف تتبع بشكل إجمالي الوضعية الحقيقية.

يمكن أن تكون النماذج المستعملة من نوعين:

١. للدراسات الكمية: لا تحتاج النماذج أن تكون واقعية وتعوض ظلال اللون الرمادي بدل الألوان الطبيعية (بانعكاسيات مناسبة) وقد يكون مقياس الرسم (١ : ٢٠) كافياً لهذا الغرض.

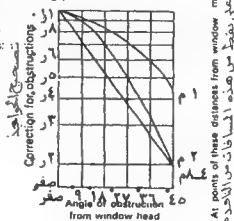
٢ . للدراسات النوعية: أي لتصميم نوعية إضاءة (مثل كمية إضاءة) فانه يجب بناء نموذج أكثر واقعية بشكل كاف إبصارياً يمثل الغرفة وأثاثها وتجهيزاتها ويكون مقياس الرسم ١ : ١٠ عادة ضرورياً.

ومن أجل قياس الاضاءة النهارية في تلك النماذج فانه من المفيد بناء شبكة تساوي تقريباً (م١) وقياس الاستنارة عند كل نقطة من الشبكة . وعلى هذا الأساس فان الخطوط المتساوية لللكسات (خطوط كتور ضوء النهار) يمكن أن توجد بطريقة الاستقراء بالتنازل مع ما ورد في البند رقم ٩, ٣, ٥) والشكل رقم (١٠٢).

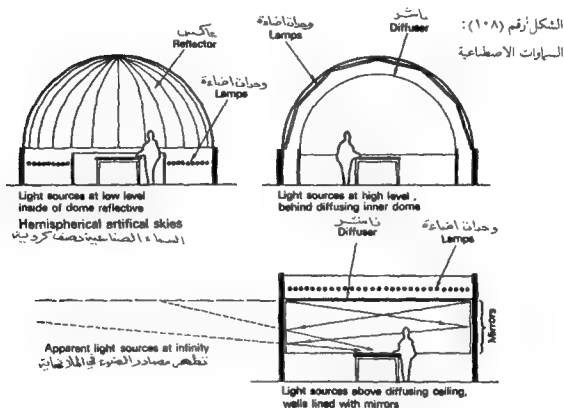


تصحيح لنوافذ ضيقة
Correction for narrow windows:

عرض النافذة window width	ارتفاع النافذة window height	اصحاح النوافذ correction
٢		٠.٨
١		٠.٦
٠.٥		٠.٤



طورت طرق الحسابات المختلفة بشكل واسع باستعمال نماذج للدراسة تحت سماء إصطناعية . والآن حتي لو كانت طرق الحسابات ممكنة التنفيذ فلا يزال لوضعيات بناء أكثر تعقيداً وغير نموذجية من المفيد اجراء دراسات نموذجية تحت سماء اصطناعية في مرحلة مبكرة من التصميم .



وردت مشكلة الابهار في البند رقم (١٢، ١، ٥) وتتعريف فان الابهار

٥,٣,١٥

في هودالة لنسب الانارية:

الابهار

$$g = F \frac{L_1}{L_2}$$

الإضاءة

حيث:

الكهربائية

L_1 = قيمة الانارية العليا

L_2 = قيمة الانارية الدنيا

F = دالة (function of)

وعلى أساس مخبري فقد عرف عاملان آخران:

أ (يزداد الايجار بازدياد المساحة الظاهرية لمصدر الاجار مقاسة كزاوية ابصارية (ψ) ووحدتها (steradian) .

ب (يعتمد الايجار أيضاً على موضع مصدر الاجار من حيث علاقته باتجاهه الرؤيا كما معبر عنه بدليل الوضع (P) .

ودالة ذلك أي طبيعة هذا الاعتماد يعبر عنها بالقانون البنائي :

$$g = \frac{L_1 \times \psi}{L_2 \times P^{1.6}} \quad \text{حيث:}$$

g = ثابت الاجار

L_1 = انارية مصدر الاجار

L_2 = انارية بيئة المصدر

$$\psi = \frac{\text{مساحة مصدر الاجار}}{\text{مربع المسافة}} = \frac{\psi}{\psi} = (\text{Steradian})$$

P = دليل الموضع

ولوصف اجار تمديدات ضوء كهربائي فقد استنبط مفهوم دليل الاجار

$$G = 10 \log (g)$$

ان قيم معايير الاجار المحددة مع مستويات الاستنارة الموصى بها متضمنة في بعض المراجع مثل [76,71] وفي الملحق ١ ، ٩ تعطي بعض القيم النمطية . إن لها قيماً تتراوح ما بين ١٠ (في أكثر أهداف الرؤيا حرجاً) و ٢٨ (في المواضيع غير الحرجة) ، بزيادة مقدارها ٣ . إن قيمة معيار الاجار المحدد يجب ان لا تزيد من قبل وحدات الاضاءة .

ويصف تقرير (IES) [87] الأسس النظرية ويعطي طريقة لحساب معيار الاجار، وتمطي جميع المعطيات الضرورية على شكل جداول ومخططات . وهناك طريقة مبسطة قليلا ، مع المعطيات المناسبة موضحة في دليل التصميم الداخلي للانارة (interior lighting design) [71] .

مشكلة الاجار في ضوء النهار مقصورة على المناخات المشمسمة وقد ورد

٥,٣,١٦

الاجار في
الاضاءة النهارية

ذكرها في البنود (٥, ٢, ٦), (٥, ٢, ٧), (٥, ٢, ٨) وفي معظم تلك الحالات لا تذهب التحليلات الى أبعد من ذلك التقسيم النوعي وذلك جزئياً، لأن التحليل النوعي مطول وصعب، وجزئياً لأن الابهار ظاهرة ذاتية تعتمد بشكل كبير على توقعات الانسان وقابليته للتكيف وحتى على حالته النفسية.

وإذا لزم تحليل كمي على أي حال فانه يمكن اتباع الطريقة التالية:

١ . يؤسس دليل ابهار حدي لمهمة ابصارية معلومة كهدف باستعمال الملحق ٩, ١ والرجوع الى المراجع [76], [71]

٢ . يؤخذ المخطط (الشكل ١٠٩) وتؤسس انارية مصدر الابهار L_1 .

بالقنديلة/متر مربع (أي للشباك أو للمنظر المرئي من خلاله) وتوفر القيم الواردة في البند رقم ٥, ٢, ٢ أو في البند رقم ١, ٣, ٣ حتى البند رقم ١, ٣, ٨ ارشاداً تقريبياً - ويعين موضع كل من تلك القيم على المقياس A من المخطط (الشكل ١٠٩).

٣ . تقام الزاوية المجسمة المقابلة لمصدر الابهار في نقطة الرؤية وتقسم المساحة المسقطة لمصدر الابهار على مربع المسافة ويعين موضع تلك القيمة على المقياس B من المخطط.

٤ . توصل القيم المقامة على المقياس A والمقياس B وتعلم نقطة التقاطع مع المقياس المرجعي C.

٥ . تؤسس انارية البيئة L_2 أي انارية السطح المجاور لمصدر الابهار بالقنديلة / متر مربع ويعين موضع هذه القيمة على المقياس D.

٦ . يرسم مستقيم من تلك النقطة ومن خلال النقطة المعلمة على المقياس C الى المقياس E للحصول على ثابت دليل الابهار الأولي.

٧ . يعين دليل الموضع من الجدول المرفق مع المخطط وتعين تلك القيمة على المقياس F.

٨ . توصل تلك النقطة على المقياس F مع ثابت دليل الابهار الأولي في المقياس E ويقرأ ثابت الابهار النهائي g من المقياس G.

تعاد العملية نفسها لكل مصدر ابهار ضمن الحقل الابصاري للحصول على كل من $(g_1 + g_2 + g_3 + \dots)$

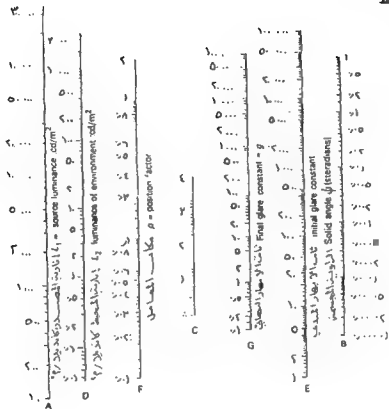
بحسب دليل الابهار من المجموع لتلك القيم .

$$G = 10 \log (g_1 + g_2 + g_3 + \dots)$$

إذا كان دليل الابهار الناتج أكبر من القيمة الهدف المؤسس في الخطوة رقم ١ فإنه من المحتمل ان يسبب الازعاج في الأحوال الواقعية لذلك يجب اتخاذ إجراءات وقائية من الابهار .

هنالك بعض الصعوبات في ضمان التنبؤ بقيم الانارية لمصادر الابهار القوية I_1 وما حولها I_2 بأي درجة من الدقة على أساس التصميم . يستطيع الشخص أن يحاول بأنه إذا كانت مثل تلك القيم المتنبأ بها للانارية ليست دقيقة بشكل معقول فلا فائدة كبيرة من اجراء الحسابات . وإذا استعملت المتغيرات بشكل حساس بطريقة . نوعية بحثه فإنه من المحتمل أن تكون النتائج مرضية . وبذلك تكون الطريقة المذكورة أعلاه مفيدة فقط إذا أمكن التنبؤ بالاناريات بدقة معقولة .

الاجهار الثابت



- ### ■ 理論的考察から

^{١٤} الأراحنة الإقفية

[illegible]

الزوايا المحيطة بـ θ

الفصل السادس

الضجيج والتحكم به

٦,١ الصوت : الأساسيات

٦,٢ التحكم بالضجيج

٦,٣ مشكلات الضجيج في المناطق الحضرية

٦،١ الصّوت : الأساسيات

- ٦،١،١ مقدّمة
- ٦،١،٢ طبيعة الصّوت
- ٦،١،٣ موجات الصّوت
- ٦،١،٤ القدرة والشدة
- ٦،١،٥ حساسية الأذن
- ٦،١،٦ طيف الترددات
- ٦،١،٧ تأثيرات الضجيج
- ٦،١،٨ الضجيج في الحقل الحر
- ٦،١،٩ الضجيج في الفراغات المقفلة
- ٦،١،١٠ الانتشار

٦،١،١
مقدّمة

تُعدُّ حاسة السمع واحدة من أهم وسائل الاتصال بالنسبة للإنسان، وربما كانت الثانية بعد الرؤية . ولكن في الوقت الذي تغمض فيه العين عند تعرضها للضوء الشديد أو المناظر التي لا يرغب في رؤيتها، فإن الأذن مفتوحة طوال الحياة للأصوات المرغوب فيها وغيرها . ولهذا يجب أن تكون الحماية اذا كانت ضرورية في المحيط الخارجي .

وتستعمل كلمة الضجيج في التعبير عن الأصوات التي لا يرغب فيها، لذلك فإن تعريف الضجيج مسألة نسبية . فقد يكون صوت انسان ما ضجيجا عند انسان آخر .

ونادراً ما تكون الأصوات في المناطق الريفية ضجيجاً : ذلك لأنها تعطي إحساساً بالمشاركة في الحياة الاجتماعية ضمن الجماعة، وكذلك فهي نادراً ما تصل الى مستوى غير مقبول . وقد أفرزت المدنية زيادة في مصادر الضجيج (الصناعة والمرور والطائرات والمذياع . . . الخ)، كما أحدثت تغييراً في التصرفات الاجتماعية : ففي القرية يعرف الانسان كل الناس، حتى الصوت الذي يتكون من مصدر معروف ويعكس معلومات لها معنى، ولكن المدينة مليئة بالغرباء، وعدة أنواع من الضجيج غير معروف، ولا نستطيع احتياله كثيراً . إن الكثافة القليلة في المناطق الريفية تساعد في الحفاظ على مسافات كبيرة بين مصدر الضجيج والمستمع، وبذلك تقلل من الازعاج، اما في المدن ذات الكثافة السكانية العالية فثمة مصادر ضجيج اكثر ازعاجاً - كما أن المسافات بين المصادر والمستمعين اقل بكثير من مثيلاتها في القرية .

وحيث أن مصادر الازعاج تتضاعف، والمعضلات تزداد فقد وجب اتخاذ اجراءات وقائية .

ويمكن تقسيم علم الصوت - الصوتيات (acoustics) - بشكل عام الى قسمين رئيسيين :

- ١ . التعامل مع الأصوات المرغوبة، أي خلق ظروف أكثر قبولاً لمستمع الصوت المرغوب فيه : وهو ما يسمى بصوتيات الغرف room acoustics .
- ٢ . التعامل مع الأصوات غير المرغوب فيها، او ما يسمى التحكم بالضجيج Noise Control .

يُعدُّ المجال الأول هدفاً متخصصاً، وليس هنا مجال بحثه . ويُعدُّ التحكم بالضجيج ذا علاقة مباشرة بالعوامل التي تؤثر على التصميم المعماري، ولذلك فسوف يعالج ببعض التفاصيل في الأجزاء التالية :

وفي المناطق المدارية، رغم أن الضجيج في وقتنا الحاضر أقل بكثير منه في الأقاليم الصناعية الكائنة في المناخات المعتدلة، فان معضلات الغد لن تكون اقل سوءاً منها* . وعندما تصل الى تلك المرحلة، فان هدف المصمم يكون أصعب منه في المناخات المعتدلة للأسباب التالية :

١ (ان جزءاً كبيراً من الحياة في المناطق المدارية يجري في الهواء الطلق، حيث يكون التحكم بالضجيج امراً عسيراً، مقارنة بالحياة التي تجري غالباً في الداخل في المناخات المعتدلة .

ب) إن هنالك تعارضاً بين المتطلبات الحرارية والسمعية، خصوصاً في المناخات الدافئة الرطبة، حيث يتكون المبنى من وحدات انشائية خفيفة، بفتحات متسعة، ولذلك لن تكون مؤثرة في التحكم بالضجيج الذي يدخل المبنى.

ويتأثر تصميم المباني في المناطق المدارية تأثراً كبيراً بالاعتبارات الخاصة بالضجيج. ويعتمد التحكم بالضجيج على أسس التخطيط وقرارات المصمم، أكثر من التفاصيل الانشائية. وتصبح المعالجات الوقائية صعبة المثال. ويتطلب ذلك من المصمم بعداً في النظر ومهارة عالية. كما ينبغي له أن يكون عارفاً بمعضلات الضجيج وبطرق التحكم به، بالنسبة لأقرانه العاملين في المناخات المعتدلة. ولهذا السبب، وقبل أن تتفحص المشكلات الخاصة بالمناخات المدارية، يجب أن تراجع الطرق المتبعة في التحكم بالضجيج تحت أي ظرف. ومن شأن ذلك أن يؤمن مجموعة طرق يمكن الاعتماد عليها كمتطلبات لاحقة للرجوع إليها عند الحاجة. ولكن لا بد من مراجعة سريعة للأسس الفيزيائية والفسولوجية (الخاصة بالأعضاء).

ويمكن تعريف الصوت بأنه الاحساس بالسمع الناتج عن اهتزاز وسيط يؤثر على طبلة الأذن، ولكن المصطلح عادة ما يعني الاهتزازات نفسها. ٦.١.٢ طبيعة الصوت

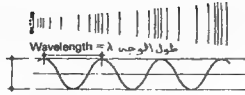
إن مصدر الصوت عادة ما ينتج عن اهتزاز جسم صلب (مثل حبل أو صفيحة) يولد اهتزازات في الأذن، ولكن يمكن أن يتولد من ترددات في وسط غازي، مثل الهواء الذي يهتز نتيجة لتصفير أو خفقان.

إن الوسط الذي يحملها إلى الأذن يمكن أن يكون غازاً (هواءاً) أو سائلاً، حيث تنتقل الترددات على شكل حركة موجات طولية أي مجموعة من التضاغطات والتخلخلات المتتالية. يوضح الشكل (١١٠) الموجات الطولية ممثلة بيانياً على شكل منحني جيبي. أما إذا كان الوسيط الحامل صلباً، فإن الموجات قد تنتقل على شكل حركة موجات جانبية (حركة حقيقية من نوع منحنى جيبي).

* إن الضجيج في المناطق المدارية أسوأ بكثير منه في البلدان الصناعية، ذلك نظراً لسوء التخطيط في تحديد المناطق السكنية والصناعية ول سوء تخطيط الطرق السريعة واستعمال السيارات وغيرها من وسائل الازعاج «المترجم».

الجسم المهتز
Vibrating body

سعة الذبذبة
Amplitude



$v = \text{velocity} - \text{m/s}$ $v = f \times \lambda$
 $f = \text{frequency} - \text{Hz}$
 $\lambda = \text{wavelength} - \text{m}$

الشكل

(١١٠):

موجات الصوت

ويحدد طول الموجة (أو التردد Frequency ، الذي هو عدد الموجات في وحدة الزمن) درجة (أو نغمة) الصوت . ويشار الى الشدة بقيمة سعة التردد (Amplitude) في المنحنى الجيبي .

(H_z)	بعض الترددات النمطية بالهيرتز
100	النغمة السفلى لمغني عميق النغمة
1200	النغمة العليا لمغني عالي النغمة
25 to 4200	مدى ترددات البيانو الشامل
4600	النغمة العليا للناي (flute) الصغير
	(تردد واحد $1H_z$ = موجة واحدة / ثانية)

يمكن وصف حركة الموجة بثلاث كميات مختلفة :

٦، ١، ٣

طول الموجة بالمتر $\lambda = \text{wavelength}$ (انظر الشكل ١١٠) .

موجات الصوت

عدد الاهتزازات في الثانية أو التردد بالهيرتز $f = \text{frequency (Hz)}$

السرعة (م/ث) $v = \text{velocity (m/s)}$

والعلاقة بين الكميات السابقة مايلي :

$$v = f \cdot \lambda$$

ولذلك ، اذا علم اثنان منها يمكن إيجاد الثالث .

إن قيمة (v) تكون ثابتة في وسيط حامل معلوم الكثافة . وبما أن كثافة الهواء تتغير بتغير درجات الحرارة ، فان سرعة الصوت (في الهواء) أيضاً تتغير بتغير درجة الحرارة واليك بعض سرعات الصوت في أوساط مختلفة (m/s)

هواء بدرجة حرارة -20°م $319,3\text{م/ث}$
 صفراً $331,8\text{م/ث}$
 20°م $343,8\text{م/ث}$
 30°م $349,6\text{م/ث}$
 (وللحسابات السريعة تؤخذ 340م/ث).

الغازات	: هيدروجين	٢٨٤
	أكسجين	٣١٦
	ثاني أكسيد الكربون	٢٥٩
السوائل	: ماء	١٤٣٧
	مياه البحر	١٥٤١
	بنزين	١١٦٦
مواد صلبة	: حديد	٦١٠٠
	خشب الصنوبر	٢٥٦٠
	طوب	٣٦٥٠

٦.١.٤ القدرة والشدة
 إن ناتج خرج مصدر صوت يقاس بمعدل تدفق الطاقة (Power) في وحدة الواط (Watt. W) أن معدل خرج بعض المصادر (بالواط) هي كمايلي :

طائرة نفاثة	١٠٠٠٠	(10^5)
مدرسة برشام	١	
مروحة مركزية (٥٠ كيلواط)	٠,١	(10^{-1})
فرقة موسيقية كبيرة	٠,٠١	(10^{-2})
محاضرة	٠,٠٠٠٠١	(10^{-5})

إن قوة (Strength) صوت معين في وسط حامل (كالهواء) تقاس عادة بالشدّة (intensity) ، التي تعرّف بمعدل كثافة الطاقة المتدفقة في وحدة المساحة، واط/ م^2 .

عندما يصدر مصدر صوت نقطي صوتاً (أو أي شكل من أشكال الطاقة) منتظماً في جميع الاتجاهات، في حقل حر، (خالي من الانعكاسات)، فإنه ينتشر على شكل سطح كروي، متزايد القطر. إن كمية الطاقة نفسها تتوزع على سطح أوسع لذلك فإن الشدة سوف تتناقص. وعلى مسافة (d) متر من المصدر فإن الشدة سوف تصبح [90].

$$I = \frac{W}{4 \pi d^2}$$

حيث مساحة سطح الكرة هو $4 \pi d^2$
اشدة الصوت واط / م² (W / m²)

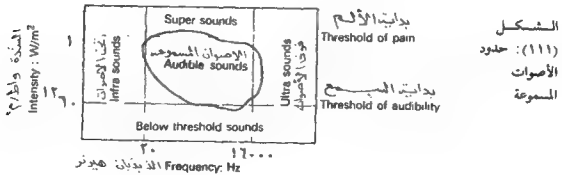
W : قدرة الصوت بالواط وهذا يعرف بقانون التربيع العكسي (the inverse square law)

يمكن للإنسان العادي أن يسمع مدى من الذبذبات يتراوح ما بين ٢٠ - ١٦٠٠٠ هيرتز ولكن ذلك يتناقص مع الزمن وعوامل ذاتية أخرى. حساسية الأذن ٦,١,٥

إن أقل شدة يمكن إدراكها كصوت هي :

$$10^{-12} \text{ W/m}^2 \text{ (or } 1 \text{ p W/m}^2 \approx 1 \text{ picowatt/m}^2 \text{)}$$

وهذا الحد مأخوذ على أنه مدخل السمع threshold of audibility والحد الأعلى المسمى مدخل الألم (threshold of pain) عندما تكون الشدة ١ واط / م². إن الاهتزازات فوق هذه الشدة تسبب ألماً ويمكن أن تضر بالأذن.



وبين الشكل ١١١ الحدود المسموعة من الأصوات كعلاقة بين التردد والشدة.

ان للاذن تركيبة دفاعية مبنية فيها: اذ تتناقص حساسيتها للأصوات عالية الشدة. إن استجابتها، في الحقيقة متناسبة مع لوغريثم الشدة، ويكون مقياس مستوى الصوت (Sound Level) أو مقياس الديسيل (decibel, dB) هو لوغريثم نسبة شدة الصوت المقاسة إلى الشدة عند مدخل السمع.

ويكون عدد الديسيل (N) [91]:

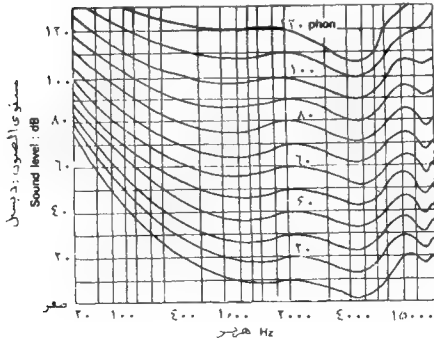
$$N = 10 \log \frac{I}{I_0}$$

حيث I = الشدة المقاسة

I_0 الشدة المرجعية

وهذا يمكن المقارنة بين الشدة واط / م² ومستوى الصوت ديسيل.

نوع الصوت	الشدة w/m ²	مستوى الصوت dB
طيارة نفاثة على بعد ١ كم	٠,٠١	١٠٠
ضجيج مرور كثيف على بعد ١٠ م	٠,٠٠١	٩٠
في المكتب مع ١٠ طابعات	٠,٠٠٠٠٠١	٦٠



الشكل
(١١٢):
خطوط الشدة
الصوتية
المتساوية

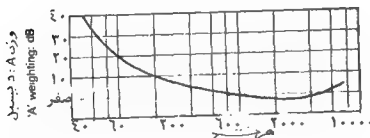
إن حساسية الأذن - كما هو موضح في الشكل (١١١) تختلف باختلاف تردد الصوت. إن مستويات الأصوات ذات الترددات المختلفة التي تدرجها الأذن بالشدة نفسها (الجهارة)، موضحة في الشكل (١١٢) بمنحنيات الشدة الصوتية المتساوية (Equal Loudness Contours). وبين هذا المنحنى الارتفاع (الجهارة) أو مقياس الفون. (Phon scale). وتتطابق قيم الفون وقيم الديسبل في الترددات ١٠٠٠ هرتز، ولكنها تختلف في بقية الترددات..

ولا يمكن قياس الارتفاع (الجهارة) مباشرة. وقد بنيت عدة دوائر كهربائية موزونة (Weighting) لتعديل قراءة مقياس مستوى الصوت (Sound Level Meter). إن المقياس الموزون "A" (تعديل قراءة الأجهزة لتناسب مقياس معين)، كما هو موضح بشكل (١١٣)، يساوي شكل منحنى الارتفاع (الجهارة) تقريباً، وبهذا، فإن قراءة المقياس dBA تعطي قيم الفون (Phon).

$$1.05 \times \text{dBA} + 10 = \text{phone}$$

$$80\text{dBA} = 94 \text{ phone}$$

الشكل
(١١٣): الوزن
لايجاد dBA



إن رقماً واحداً من الديسبل (dB) يعطي فكرة تقريبية لوصف صوت معين. أما قيمة المقياس (dBA) فتعطي مؤشراً على التأثير الذاتي لذلك الصوت. ولوصف الصوت كاملاً، لا بد من عمل منحنى طيفي للترددات، يوضح مستوى الصوت بالديسبل لكل تردد (أو نطاق جواب من الترددات (Octarve band)، أو ثلث نطاق الجواب (third octarve band) مقاسة منفصلة.

٦,١,٦
طيف الترددات

إن اختلاف الجواب بين صوتين يعني مضاعفة التردد مثل ٧٥ - ١٥٠ هرتز، أو ١٠٠٠ - ٢٠٠٠ هرتز. إن مدى جميع الترددات تقع ضمن جواب

يشار إليه، «نطاق جواب». في معظم الحالات العملية نستعمل أجوبة النطاق التالية بالهرتز:

٣٧,٥ - ٧٥

٧٥ - ١٥٠

١٥٠ - ٣٠٠

٣٠٠ - ٦٠٠

٦٠٠ - ١٢٠٠

١٢٠٠ - ٢٤٠٠

٢٤٠٠ - ٤٨٠٠

٤٨٠٠ - ٩٦٠٠

عند قياس صوت ما، يستعمل مرشح امرار نطاقي (band-pass filter) متصلاً مع مقياس مستوى الصوت، يسمح بمرور جواب نطاق واحد فقط في ذلك الوقت (يمكن تغيير جواب النطاق فيقرأ مستوى الصوت الجديد). ويتم بناء الطيف الكلي لذلك الصوت بقياسات متتالية وذلك بتوقيع قيمة مستوى الصوت في كل تردد (انظر الشكل (١٣٢)).

يمكن أن يسبب الضجيج ذو المستويات المختلفة تأثيرات سيكولوجية (نفسية) وفسيولوجية (متعلقة بالوظائف).

٦,١,٧
تأثيرات
الضجيج

يمكن لمستوى صوت مقداره (65 dBA) أو صوت غير مرغوب فيه أن يسبب ازعاجاً، ولكن تأثير ذلك نفسي فقط (تأثير عصبي). ويمكن أن تسبب المستويات الأعلى من ذلك أثاراً وظائفية كالتشتت الذهني والتعب الشديد.

أما التعرض الى مستوى (90 dBA) لعدة سنوات فانه عادة ما يسبب صمماً دائماً.

واذا تعرض الانسان الى مستوى (100 dBA) لمدة قصيرة فقد يفقد سمعه لفترة، وإذا كانت مدة التعرض كبيرة فان ذلك عادة يسبب اتلاف أعضاء السمع تلقاً لا يمكن اصلاحه.

(120 dBA) - تسبب المأ.

(150 dBA) - تسبب فقدان سمع فوري.

إن مستويات الأصوات المقبولة لا تعتمد فقط على العوامل الموضوعية «العوامل الفيزيائية» ولكن على العوامل الذاتية أو الشخصية أيضاً، كالعوامل النفسية، ويعتمد ازعاج الصوت من عدمه على حالة العقل أو توقع المستمع لهذا الصوت، ففي قطار النوم (قطار ينام فيه المسافر خلال سير القطار) فإن الصوت الرتيب، الذي يخرج من دوران عجلات القطار على السكة، الذي يصل الى حوالي 70-80 dBA، لا يكون مزعجاً. ولكن، في بيت هادئ، إذا كان المستمع (نائماً)، فإن صوت الساعة الذي لا يزيد عن 20 dBA يمكن أن يسبب ازعاجاً كبيراً.

ويؤثر الصوت على التركيز تأثيراً معكوساً، وخصوصاً إذا كان الصوت غير المرغوب فيه يحتوي على بعض المعلومات.

وعلاوة على ذلك، فإن التوقعات والمواقف، تعتمد على الظروف الاجتماعية والحضارية كالعادات، فإن تقبل الناس للصوت يمكن أن يتغير بتغير طبيعة المجتمع الذين هم جزء منه.

٦,١,٨
الصوت في
الحقل الحر
إن قانون التربيع العكسي (٦,١,٤) قابل للتطبيق في ظروف الحقل الحر (free field) فقط، حيث لا حواجز، ولا أجسام صلبة ينعكس عنها الصوت. إن ظروف الهواء الطلق تُعدُّ حقلاً حرّاً تقريباً.

وتبعاً لقانون التربيع العكسي، فإن شدة الصوت تقل بمقدار الربع كلما ضاعفت المسافة (بين المصدر والمستقبل) ونظراً للعلاقة اللوغرتمية في مستوى الصوت، فإن مضاعفة المسافة يسبب نقصاً في مستوى الصوت مقداره ٦ ديسبل بغض النظر عن قيمة الشدة.

مثال

صوت على بعد ١ كم من المصدر:

وعلى بعد ٢ كم

$$I = 0.01 \text{ W/m}^2$$

$$I' = 0.0025 \text{ W/m}^2$$

$$N' = 10 \log \frac{10^{-2}}{10^{-4.2}} = 10 \log 10^{10} = 100 \text{ dB}$$

$$N' = 10 \log \frac{25 \times 10^{-4}}{10^{-12}} = 10 \log (25 \times 10^8) \\ = 10(1.4+8) = 94 \text{ dB}$$

or

$$\text{Speech at 2 m : } I^- = 10^{-8} \text{ W/m}^2 \\ \text{at 4 m : } I^- = 25 \times 10^{-10} \text{ W/m}^2$$

$$N'' = 10 \log \frac{10^{-8}}{10^{-12}} = 10 \log 10^4 = 40 \text{ dB}$$

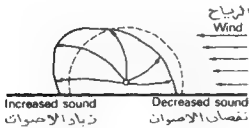
$$N' = 10 \log \frac{25 \times 10^{-10}}{10^{-12}} = 10 \log (25 \times 10^{-2}) \\ = 10(1.4 + 2) = 34 \text{ dB}$$

كما تؤثر المسافة على الصوت عن طريق امتصاص جزيئات الوسيط الناقل . ويكون التوهين الناتج عن امتصاص جزيئات الهواء ذا قيمة فقط في ترددات الصوت العليا . لكل ٣٠٠ متر تكون قيمة التوهين :

1 dB at 1000 Hz

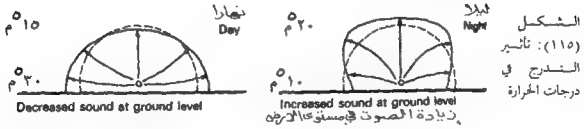
40 dB at 9000 Hz

من هنا يسمع الصوت العالي من مسافات بعيدة على ترددات منخفضة . وذلك بسبب امتصاص الترددات العالية من ذرات الهواء .



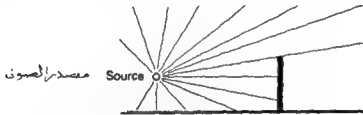
الشكل
(١١٤) تأثير
تدرج سرعة
الرياح

وتتدرج السرعة عندما يكون الهواء متحركاً (ريحاً)، (انظر الشكل ٢٥)، لذلك فإن مقدمة الموجة الكروية ستتشوه. ويوضح الشكل ١١٤ كيف ينتج عن ذلك زيادة في سرعة الصوت الهابط ونقصان في سرعة الصوت الصاعد.



نقصان الصوت في مستوى الأرض

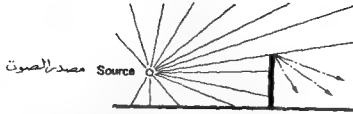
وبما أن سرعة الصوت تتناسب طردياً مع درجة الحرارة، فإن التدرج في درجات الحرارة سيحرف أيضاً مقدمة الموجة الكروية. ويوضح الشكل ١١٥، كيف أن سرعة الصوت تزداد على مستوى الأرض مساءً، وتقل في أثناء النهار.



الشكل (١١٦): ظلال الصوت في الترددات العالية

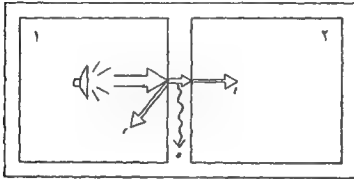
تحدث الحواجز بين المصدر والمستمع منطقة ظل للصوت (الشكل ١١٦) إذا كانت ترددات الصوت عالية. أما إذا كانت منخفضة فإن الصوت يبعث (diffracted) على حافة الحاجز (الشكل ١١٧) ولهذا فإن تأثير منطقة الظل يصبح غير واضح وإذا كان مقياس الحاجز (باتجاه عمودي على ممر الصوت) أقل من طول موجة الصوت، فإن تأثير ظلال الصوت يختفي. وفي الموجة ٣٠ هيرتز الطول أكبر من ١٠م، لا يكون لأي حاجز أثر إذا كان ارتفاعه دون ١٠م [92] ينعكس جزء من الصوت الساقط على سطح جسم صلب (مثل الحائط). ويمتص جزء آخر (يتحول إلى حرارة) وينتشر الباقي في الهواء في الجهة المقابلة (الشكل ١١٨). ويعني مصطلح معامل الامتصاص (absorp-

٦,١,٩ الضجيج في الفراغات الداخلية



الشكل
(١١٧): الجود
على الموجات
المخفضة

tion Coefficient) عادة ليعبر عن الأجزاء من الطاقة الصوتية التي لم تنعكس
(أي الطاقة التي امتصت والتي انتقلت). ويدل معامل الامتصاص على كسر
عشري (أقل من ١) وهو كمية ليس لها وحدة.



الشكل
(١١٨): انتشار
الصوت. المنقول
جيداً

$$r + a + t = 1$$

حيث r = منعكس

a = ممتص

t = منتقل

للغرفة ١ : معامل الامتصاص $a + t =$

(ليس جميع ذلك منعكساً $1 - r$)

للغرفة ٢ : معامل الامتصاص $t =$ لا يقل $r + a$

عندما يحدث الصوت في فراغ مغلق، فإنه يحدث انعكاساً على أسطح
الفراغ: ويقوي الجزء المنعكس الصوت داخل الفراغ، ويفقد الباقي ضمن
النظام.

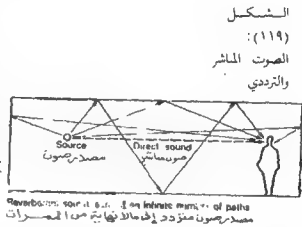
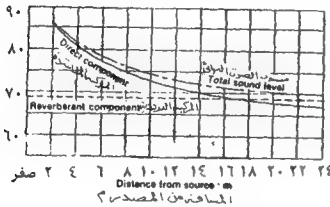
إن كمية الامتصاص (A) تساوي معامل الامتصاص مضروباً في
المساحة $A \approx a.S$

وتقاس بوحدة النافذة المفتوحة، التي هي كمية الامتصاص من نافذة مساحتها 1 m^2 ولها معامل امتصاص مقداره ١ (معامل الانعكاس = صفر) وينعكس الصوت المحدث في فراغ معين، وان كان من مصدر صوت واحد، في اتجاهات متعددة ويشار إلى مثل هذا الحقل الترددي (Reverberant field). ويكون مجموع الصوت الواصل الى أية نقطة في هذا الفراغ مكوناً من مركبتين:

(أ) المركبة المباشرة.

(ب) المركبة الترددية.

وكما هو موضح في الشكل ١١٩، فإن المركبة الأولى تقل بالمسافة، ولكن الثانية يمكن أن تكون ثابتة خلال جميع الفراغ.



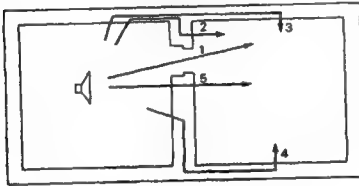
إن مقدار المركبة الترددية يعتمد على نوعية المواد العازلة لأسطح الغرفة، وكلما زادت كمية امتصاص الأسطح، قل مقدار المركبة الترددية، ويمكن القول كقاعدة تقريبية سريعة، كلما تضاعفت كمية المواد الماصة في الفراغ، يقل مستوى الصوت الترددي بمقدار ٣ ديسبل. وإذا كنت جميع الأسطح في فراغ معين كاملة الامتصاص، فإن الظروف تكون مشابهة للحقل الحر. وتكون المركبة الترددية صفراً.

٦.١.١٠
الانشار

عندما يصطدم الصوت المحمول جواً بجسم صلب، فإن بعضاً من الطاقة من جزيئات الهواء المهتز سوف ينتقل الى المادة الصلبة وتحرض جزيئاتها الصلبة للاهتزاز. وتنتقل الاهتزازات في الجسم الصلب كصوت منقول من الانشاء (Structure borne sound)، ويمكن أن يعاد نقل هذا الاهتزاز مرة

أخرى إلى الأسطح المقابلة. ويبين الشكل ١٢٠ بعض ممرات الصوت الممكنة المتصلة بمصدر ما في غرفة، الى مستمع في الغرفة المجاورة، ويُعدُّ الممر الأول من الممرات الخمسة لنقل الصوت بواسطة الهواء، والثاني والثالث والرابع لنقل الصوت عبر عناصر المنشأ. أما الممر الخامس، بصفة خاصة، فيستخدم لنقل الصوت بواسطة المنشأ. وللأهداف العملية، يكون الصوت المنقول خلال حائط عمودي على مستوى الصوت صوتاً منقولاً بواسطة الهواء.

إن الطريقة الوحيدة لتقليل انتقال الصوت عبر أجزاء المنشأ هي منع انتشار الترددات وذلك بادخال عناصر انشائية لمنع الاتصال بين عناصر المنشأ نفسه. كأن يكون ذلك عزلاً فيزيائياً أو بعناصر اتصال مرنة. وربما تولد الصوت المنقول بواسطة المنشأ بطرق آلية: كاهتزاز آلة صدمة ما ويشار للحالة الأخيرة بالصوت الصدمي (impact sound).



الشكل
(١٢٠): ممرات
انتقال الصوت

٦,٢ التحكم بالضجيج

- ٦,٢,١ طرق التحكم بالضجيج
- ٦,٢,٢ التباعد والحواجز
- ٦,٢,٣ التخطيط
- ٦,٢,٤ التخفيض عند المصدر أو قريباً منه
- ٦,٢,٥ التخفيض ضمن الفراغ
- ٦,٢,٦ عزل الضجيج
- ٦,٢,٧ متطلبات التحكم بالضجيج
- ٦,٢,٨ أداء التحكم بالضجيج
- ٦,٢,٩ الانشاء متعدد الطبقات
- ٦,٢,١٠ أجهزة التهوية

٦,٢,١

من وجهة نظر تصميم المبنى ، من المفيد ان نميز بين :

أ) الضجيج الخارجي

ب) الضجيج الداخلي

بالنسبة للضجيج الخارجي ، فان المصمم يستطيع أن يحقق الحماية منه باستخدام الوسائل التالية [٩٥]:

١. المسافة.
٢. تجنب المناطق ذات الأصوات المتجهة.
٣. الحواجز.
٤. التخطيط: باستعمال أجزاء من المبنى غير حساسة للصوت كحواجز للأجزاء الحساسة.
٥. توقيع الفتحات بعيداً عن مصدر الازعاج.
٦. الحواجز الخارجية كعازل للضجيج.

أما الضجيج المتولد داخل المبنى ، فإن المصمم يستطيع أن يتخذ الاحتياطات التالية :

- ١ . تخفيض عند المصدر .
- ٢ . عزل المصدر أو إغلاق مكانه ، أو استعمال حواجز ماصة .
- ٣ . التخطيط : أو عزل الفراغات ذات الضجيج عن المهادنة ، ووضع مساحات معابدة بينها .
- ٤ . وضع الأجهزة والمعدات ذات الضجيج في أكثر الأجزاء المصمتة (مثل : الطوابق تحت الأرض) .
- ٥ . تقليل الأصوات الصدمية بتغطية الأسطح بمواد مرنة .
- ٦ . تقليل الضجيج في الفراغ حيث يتولد ، بوضع مواد ماصة على أسطح الفراغ .
- ٧ . تقليل انتقال الصوت المنقول بواسطة انشاءات محكمة ومواد عازلة .
- ٨ . تقليل انتقال الصوت المنقول بواسطة عناصر المنشأ بتقليل الوصلات بين العناصر المختلفة .

سنناقش جميع هذه الطرق بتفصيل أكبر في الفقرات التالية :

٦،٢،٢

التباعد والحواجز

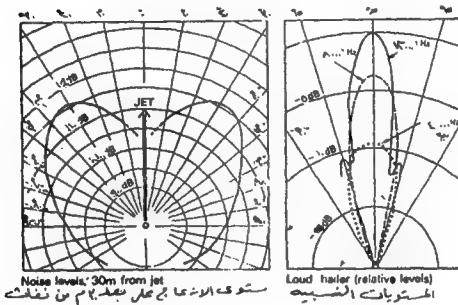
إذا كان موقع المبنى محدوداً ، وكان للمصمم حرية توقيع المبنى وكان هنالك مصدر ضجيج في أحد اتجاهات الموقع (كطريق كثيف بالمرور) ، فانه من المنصوح به ، توقيع المبنى بعيداً عن مصدر الازعاج قدر الامكان . إنه من المستحسن أن نتذكر أنه كلما ضاعفنا المسافة (عن مصدر صوت) فان مستوى الصوت ينقص بمقدار ٦ ديسبل * . وعلى سبيل المثال ، اذا قيس مستوى صوت على بعد ٥ م من مركز طريق (مصدر الصوت) فان مستوى الصوت يقل الى :

٥٩	ديسبل على بُعد	١٠ م
٥٣	ديسبل على بُعد	٣٠ م
٤٧	ديسبل على بُعد	٤٠ م

ويعتبر هذا المستوى الأخير مقبولاً تماماً حتى في المناطق السكنية .

• هذا صحيح اذا كان المصدر صوتاً نقطياً ، والحقل هو الحر فقط (المترجم) .

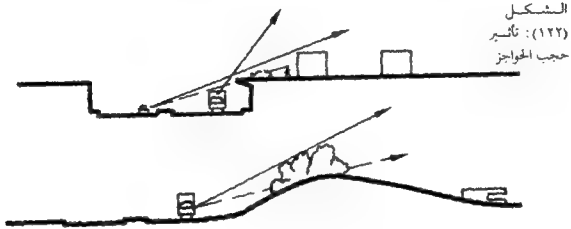
وتُعدُّ بعض المصادر ذات اتجاهية قوية، كما هو موضح في الشكل ١٢١. ويمكن أن تُعدُّ حزمة من صوت بحده الأعلى الموقع (خصوصاً إذا كان الموقع متسعاً)، أما نتيجة الى مصادر صوتية ذات اتجاهية قوية أو نتيجة لتوجيه الصوت من التضاريس المحلية. ويمكن اكتشاف وجود مثل هذا الازعاج عن طريق مسح ازعاج المناخ (noise climate) في الموقع. وعندئذ يجب أن يوقع المبنى بعيداً عن مثل هذا الازعاج.



إن تأثير الحواجز كالحوائط والأسوار والأشجار: : الخ. يمكن أن يستفاد منه في تقليل الازعاج الواصل للمبنى. يجب توقع مثل هذه الحواجز بطريقة تناسب أي تأثيرات أخرى كالتضاريس المحلية.

وبين الشكل (١٢٢) بعض الاحتمالات. وكقاعدة عامة فإن الحاجز لكي يكون أكبر تأثيراً يجب أن يكون قريباً بقدر الامكان من المصدر. وان الموقع المفضل الآخر للحاجز قريباً من المبنى المراد حمايته. وان الحاجز الاقل كفاءة يقع في وسط المسافة بين المبنى والمصدر. ونادراً ما تعتمد على الحواجز كطريقة ناجحة للحماية من الازعاج، ولكنه يساعد في بعض المواقع الحساسة.

إن تخطيط مبنى ما يعتمد، بشكل واضح، على مجموعة من العوامل الأخرى غير الازعاج، ولكن الحماية من الازعاج يجب أن تضاف الى العوامل التي يجب أن تؤخذ في الاعتبار. إن الأهمية النسبية أو وزن عامل التحكم بالضجيج يعتمد على هدف المصمم الخاص. ويمكن أن يكون هذا الهدف سائداً، في مثل صفوف المدارس بالقرب من طريق سريع، أو غيرها مما يحتاج الى هدوء إضافي.





Broken line indicates the same degree of diffraction.
Best position for barrier : nearest to the source.
Worst position: half-way between source and listener

يمكن التحكم بالازعاج الخارجي عن طريق التخطيط بطريقتين هما:
أ (حجز المناطق غير الحساسة للازعاج، حيث لا يسبب الصوت ازعاجاً،
ووضع هذه المناطق بجانب المبنى (بشكل حاجز من المباني أو جناح)
قريبة من مصدر الازعاج. وبهذا تكون هذه المناطق أو المباني حاجزاً
وحماية الى المناطق الأكثر حساسية في المبنى.

ب (توقييع الشبائيك أو توجيهها بعيداً عن مصدر الازعاج. وتعتبر
الشبائيك، عادة، أضعف جزء في الغلاف الخارجي للمبنى، لذلك
كان المنطق أن توضع هذه الفتحات في المناطق الأقل تعرضاً للازعاج.
وهناك أمر آخر، هو أن شكل المسقط يمكن تغييره لتحقيق الحماية أو
الحجز من بعض الجوانب. ويمكن وضع بعض العناصر الخاصة
(أجنحة وحوايط وحواجز) لتحقيق حماية إضافية جانبية.

وبالرغم من أن هذا ليس من اختصاص المعماري إلا أنه علينا أن ننظر
كيف يصدر مصدر ما ضجة ما يكون مصدر الصوت آلة مهتزة. وهنا
يمكن أن تكون الذبذبات التي لا يمكن تجنبها تحت مستوى الذبذبات
المسموعة: هذا لا يطلق عليه صوت. وقد تكون هنالك بعض الأجزاء غير

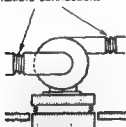
٦,٢,٤

الأساسية على كل حال، مثل غطاء معدني، فانه يكون له ذبذبة رنين تتطابق مع إحدى الحركات التوافقية للاهتزازات العليا. (التوافقات هي الذبذبات ٢، ٤، ٨، ١٦ . . . الخ، مرات الذبذبة الأصلية) وقد يهتز هذا الجزء اهتزازات ضمن الذبذبات المسموعة، وعندئذ تصبح مصدر ازعاج. ويمكن تغير ذبذبة الرنين (resonance) الصادر من هذا الجزء بسهولة، وذلك بتغيير تيبته، باستعمال بعض أنواع التقوية، أو بتغييرها بعنصر أثقل.

ويتقل اهتزاز الذبذبات تحت الذبذبات المسموعة خلال عناصر المنشأ وتعود مرة ثانية للتولد في مكان آخر بعيداً في المبنى في عنصر له ذبذبة رنين مماثلة. وهنا فان الأهداف العامة للتحكم بالضجيج يمكن تطبيقها. كلما كان المصدر قريباً، كانت أساليب الحماية أسهل.

من المفضل وضع الآلة المهتزة عند تثبيتها على حاضن لدن، قابل للتكيف (الشكل ١٢٣)، ويفصلها عن عناصر المبنى الانشائية، بحيث ان الاهتزازات لا تنتقل الى أجزاء المبنى. وحتى يكون ذلك مؤثراً، فان ذبذبة الرنين للحاضن نفسه يجب أن تكون أقل من اهتزاز الذبذبة التي ينبغي عزلها.

وصلات مرنة
Flexible connections



Compression springs
زعمركات ضغط



Tension springs
زعمركات شد



Shear rubber
مطاط قص

الشكل

(١٢٣):

الحوامل اللينة

اما الصوت المنقول جواً فيمكن معالجته قريباً من المصدر. فان سمح الوضع بذلك، أمكن وضع مصدر الصوت داخل فراغ مقفل معزول (لتغليف الآلة المصدرة للصوت بصندوق محكم ويجب أن يكون من مادة كثيفة الكتلة،

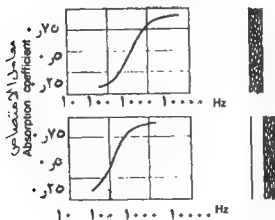
وتبطئن جوانبه بالمواد العازلة من الداخل) لمنع بناء الصوت الترددي. ويمكن ازالته عند الدخول وصيانة الآلة، وأما إن كان الصندوق كبيراً فيمكن أن يكون له باب. أما اذا لم يسمح الوضع باستعمال الآلة ضمن صندوق، أو فراغ محكم، فيمكن وضع حاجز لتقليل الازعاج الصادر.

يمكن تقسيم الصوت في الفراغ، حيث يكون مصدر الصوت، الى مركبتين (٩، ١، ٦)، مباشرة وترددية. يمكن تخفيض المركبة المباشرة، بوضع حاجز بين المصدر والمستمع. وكلما كان الحاجز قريباً الى المصدر كان الوضع أفضل (الوضع المثالي هو وضعها في فراغ مقفل - انظر ٤، ٢، ٦).

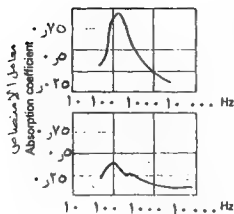
ويمكن تقليل الصوت الترددي باستعمال مواد عازلة على الأسطح الحرجة للغرفة.

إن النوعيات الماصة للمواد المختلفة تختلف باختلاف الذبذبة. هنالك أربعة أنواع أساسية للمواد الماصة هي :

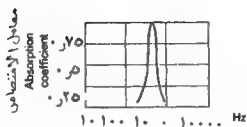
١. مواد ماصة مسامية (الشكل ١٢٤)، وهي مفضلة في الذبذبات العالية.
٢. مواد ماصة غشائية (الشكل ١٢٥) - وتستعمل للذبذبات المختلفة.
٣. مواد ماصة رنينية (رنان منتظم (Helmholtz) (الشكل ١٢٦)، يمكن توجيهها الى امتصاص حزمة ضيقة من الذبذبات.
٤. مواد ماصة مخرمة على شكل ألواح - ولها خواص مركبة من الامتصاص الرنيني والمسامي (الشكل ١٢٧)، وهي ماصة في الذبذبات المتوسطة - ويمكن توجيهها، الى حد ما، بواسطة الاختلاف في الفتحات، وفي شكلها والمسافة بينها، وفي ما خلفها من مواد ماصة ومسافة فاصلة.



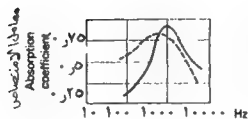
الشكل
(١٢٤): مواد
ماصة مسامية



الشكل
(١٢٥): مواد
مادة غشائية



الشكل
(١٢٦): مواد
مادة رتيبة



الشكل
(١٢٧): مواد
مادة غشائية

ويجب أن يكون واضحاً أن اختيار نوع المواد الماصة المراد استعمالها يجب أن يكون على أساسذبذبة الصوت المراد تخفيضها.

ويُعدُّ السقف أكثر الأسطح التي يمكن أن تعالج بالمواد الماصة لسببين :
 أ) في السقوف المنخفضة والممتدة، حيث يسبب السقف انعكاسات متكررة للصوت، ولذلك فهو أكثر الأسطح حرجاً.
 ب) معظم المواد الماصة غير محصنة (قابلة للتلف)، فيكون السقف أقل الأسطح المعرضة للتلف.

إن إحدى صيغ التعبير المستعملة لوصف عزل الضجيج كمياً هي معامل الانتقال (transmission Coefficient, t) - وهو الكسر العشري الذي يعبر عن نسبة الطاقة الصوتية (الشدة) المنقولة.

٦،٢،٦
عزل الضجيج

وهناك شكل آخر يستعمل بشكل أوسع، وهو فقد النقل-transmission loss, TL، أو دليل خفض الصوت (sound reduction index)، وهو تأثير خفض الصوت من عنصر (انشائي) بالديسبل.

مثال : حائط فقد النقل (TL) = ٣٠ ديسبل سوف يخفض صوتاً مقداره ٩٠ ديسبل إلى ٦٠ ديسبل
 أو ٧٠ ديسبل إلى ٧٠ - ٣٠ ديسبل.

إن العلاقة بين المقدارين (TL, t) هي علاقة عكسية ولوغرتمية

$$TL = 10 \log \frac{1}{t}$$

$$t = \text{antilog} \frac{-TL}{10}$$

إن لكمية عزل حائط صلب ومتجانس (أو سقف) علاقة بالكتلة. وكقيمة تقريبية يمكن أن يعبر عنها بالمعادلة:

$$TL = 18 \log M + B$$

حيث M هي الكتلة / وحدة سطح (كغم / م^٢)

وللحوائط التي تقل كتلتها عن ١٠٠ كغم/م^٢ فإن المعادلة السابقة تعدل بما يلي :

$$TL = 14.5 \log M + 13$$

وكقاعدة تقريبية فانه كلما ضاعفنا كتلة الحائط، فان TL يزداد بمقدار ٥ ديسبل.

إن تأثير العزل الكلي لحائط ذي عزل جيد يمكن أن يقل بشكل كبير بمساحة صغيرة نسبياً منه ذات عزل ضعيف - كما هو موضح في المثال التالي (الذي يوضح طريقة حساب معدل الفقد بالنقل أيضاً):

حائط مساحته ١٢ م^٢ مبني من طوب مصمت سمكه ٢٣٠ مم، فيه فتحة مساحتها ١٠ م × ١ م. احسب معدل الفقد بالنقل الكلي للحائط (TI):

مساحة الحائط الكلية ١٢ م^٢

مساحة الطوب فقط ١١.٩٩ م^٢

مساحة الفتحة فقط ١٠ م^٢

"، للفتحة = ١"

$$S = 12 \text{ m}^2 \quad s' = 11.99 \text{ m}^2 \quad s'' = 0.01 \text{ m}^2 \quad f'' = 1$$

$$TI' = 50 \text{ dB} \quad f' = \text{antilog} \frac{-50}{10} \approx \text{antilog} -5 = 0.00001$$

$$\bar{T} = \frac{11.99 \times 0.00001 + 0.01 \times 1}{12} = 0.0008433$$

$$TI = 10 \log \frac{1}{0.0008433} = 10 \log 1185 = 31 \text{ dB}$$

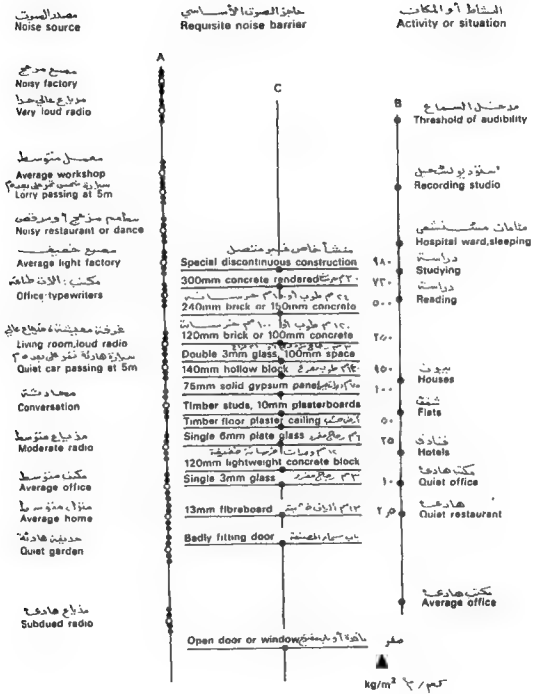
ان قيمة TI تقل من ٥٠ ديسبل الى ٣١ ديسبل. ولهذا اذا اريد تحسين عزل حائط للصوت، فانه يجب التعرف على نقاط الضعف وتحسينها أولاً وقبل كل شيء.

إن الأداء المطلوب من حاجز للصوت يعتمد على عاملين هما:

١. حساسية الفراغ المراد حمايته، وهو يعتمد على نوع استعمال المبنى. ويوضح ملحق (١، ١٠) بعض مستويات الصوت المقبولة في الفراغات المعمارية المستعملة لأغراض مختلفة.

٦،٢،٧
متطلبات
التحكم
بالضجيج

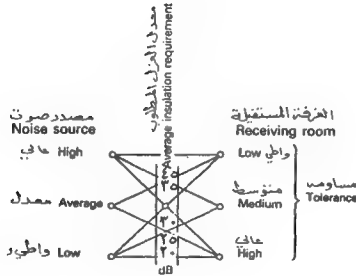
الشكل
(١٢٨): مخطط
بياني للتحكم
بالضجيج



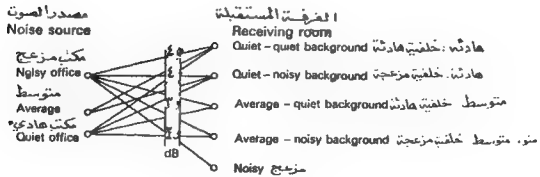
٢ . قيمة الصوت المراد استبعاده ، سواء كان صوتاً خارجياً او في غرفة مجاورة .

يمثل الرسم البياني (الشكل ١٢٨) هذه العلاقة : يبين الحاجز الصوتي المطلوب على مقياس C ، حيث يتقاطع مقياس مصدر الصوت A ، مع مقياس الغرفة المستقبلة B بخط مستقيم [٩٣] . ويبين الشكل (١٢٩) ، والشكل ١٣٠ مخططين بيانيين مماثلين للشكل (١٢٨) ، للمدارس والمكاتب [٩٢] .

شكل (١٢٩) :



شكل (١٣٠) :



إن هذه المخططات البيانية تعطي قيماً تقريبية فقط وإما القيم الدقيقة لظروف الصوت المقبول أو المسموح به فهي مبينة بواسطة منحنيات NC (معياري الضجيج) والمبينة في الشكل (١٣١). والمعياري المطلوب لفراغ معين يعطي على سبيل المثال.

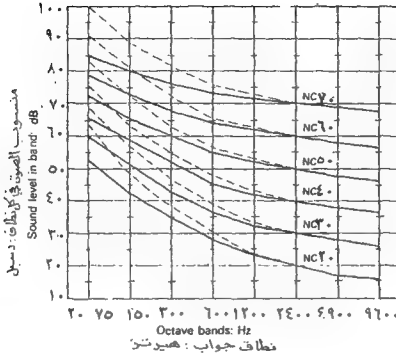
يجب أن لا يزيد الضجيج عن NC 45 .

إن هذه الحدود التي يجب أن لا تزيد في أي نطاق جواب (octave band) . وإذا ما قيس الصوت المحدد الخارجي في كل نطاق جواب ومثل برسم بياني كعلاقة بين الذبذبة ومستوى الصوت، فإن منحنى NC يمكن أن يركب على هذا المنحنى، وتكون المسافة بين المنحنيين هي مقادير العزل المطلوب للفراغ (الشكل ١٣٢).

والآن، إذا أعيد رسم هذا الشكل، مبينا عليه متطلبات عزل الصوت في كل نطاق جواب (octave band) ، بالنسبة لخط مستقيم كقاعدة، فإن ذلك سوف يمكن مقارنته بمنحنيات خفض الضجيج لمنشآت مختلفة (انظر الشكل ١٣٣ وملحق ٢، ١٠).

إن متطلبات خفض الضجيج (noise reduction)، لبعض أنواع المباني مثل المباني السكنية قد حدد، بناء على الذبذبات المختلفة المحتمل وجودها في الأصوات التي تحدث في المباني أو حولها (الشكل ١٣٤).

ونادراً ما يوضع مخطط خفض الضجيج: بحيث يطابق منحنيات متطلبات الراحة السمعية بدقة تامة. ولكن يجب التذكر أن منحنى خفض الضجيج لنوع الانشاء المختار يجب أن يكون مساوياً للقيم، أو يزيد عنها، في كل نطاق جواب، وحتى في أضعف نقاطه. ويكون العزل أكبر من المطلوب عادة على معظم الأجوبة.



الشكل
(١٣١)
منحنيات معيار
الضجيج NC

عندما تتحدد متطلبات التحكم بالضجيج، فإن الخطوة التالية هي اختيار إنشاء بالأداء المناسب. في الطريقة الموضحة في الجزء ٦، ٢، ٦ لايجاد قيمة TI (أو خفض الضجيج) لحوائط كتلية - ولكنها قيم معدلة لمقادير TI، بالنسبة لذبذبات الصوت ما بين ٥٠ - ٥٠٠٠ هرتز.

٦، ٢، ٨
أداء التحكم
بالضجيج

وللسماح بتغير قيم TI بالنسبة لذبذبات الصوت، فإن المعادلة قد عدلت

لتصبح :

$$TI = 18 \log M + 12 \log f - 25$$

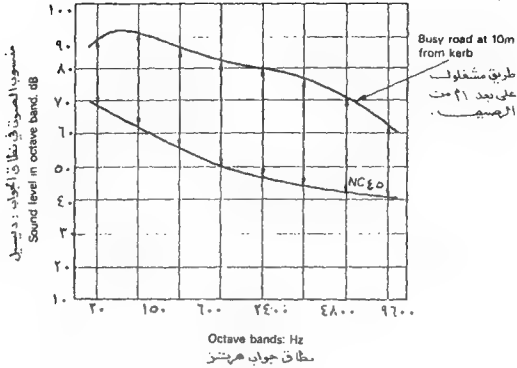
حيث M كتلة الحائط كغم/م^٢
f ذبذبة الصوت (هرتز)

وعلى سبيل المثال، إذا كان حائط من طوب سماكته ٢٣٠ مم، M هي ٤٤٠ كغم/م^٢، فإن له قيم TI التالية:

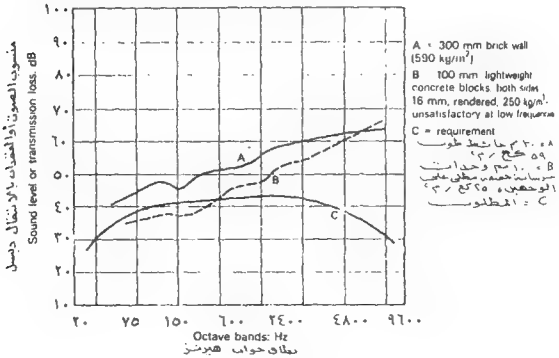
$$TI_{٨٠} = 18 \log 440 + 8 = 55.5 \text{ dB}$$

$$TI_{١٦٠} = 18 \log 440 + 12 \log 160 - 25 = 49 \text{ dB}$$

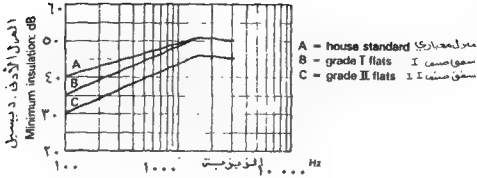
الشكل
(١٣٢)



المسافة بين الخططين من شكل ١٣٢
Distance between two lines transferred from Fig 132 -
measured up from base line in each octave to produce curve C



الشكل (٣٣):



$$TI_{640} = 18 \log 440 + 12 \log 640 - 25 = 56 \text{ dB}$$

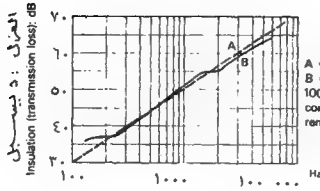
$$TI_{2400} = 18 \log 440 + 12 \log 2400 - 25 = 63 \text{ dB}$$

إن هذه القيم نظرية، قابلة للتطبيق للحوائط المصمتة، المتجانسة، وغير المسامية. أما المسامية فيمكنها أن تقلل قيم TI بمقدار ١٥ ديسبل. ويمكن، في حالة المواد المسامية، إعادة مقدرتها إلى القيم النظرية العليا أو أكثر، وذلك بوضع سطح رقيق غير مسامي عليها، وإن ندهنها. إن قيم TI الحقيقية المقاسة للحائط السابق، ٢٣٠ مم طوب، هي كيلي:

$$TI_{av} = 50 \text{ dB} , TI_{160} = 43 \text{ dB} , TI_{640} = 52 \text{ dB} ,$$

$$TI_{2400} = 59 \text{ dB}$$

وعندما تكون ذبذبة الرنين (resonant frequency) (أو الذبذبة الطبيعية) لعنصر ما مساوية أو قريبة من إحدى ذبذبات الصوت، فإن تطابقاً يحدث (Coincident) وعندها قد يقل مقدار TI إلى حوالي ١٠ ديسبل. (وللحديث بدقة، فإن ظاهرة التطابق Coincidence وظاهرة الرنين resonance ظاهرتان مختلفتان: فالأولى تحدث عندما ينطبق طول موجة الصوت الساقط على الحائط بزاوية معينة (أو مسقطها على الحائط) على حركة الحائط على شكل موج. وتحدث الأخيرة عندما تكون الموجتان متساويتين. وتحدث ظاهرة التطابق على أجوبة عريضة من الذبذبات ولكن هذا الاختلاف لا يؤثر على ما نحن بصدده.



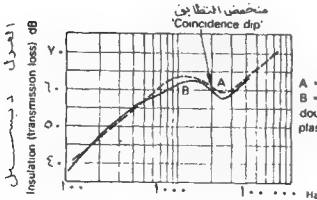
A = idealised graph
B = actual graph for
100 mm lightweight
concrete, both sides
rendered

منحنى معيارى
منحنى حقيقى
ممن جرساً مثلاً
خفيفاً مغطى على
الوجهين

الشكل
(١٣٤)

ويبين الشكل ١٣٥ منحنى العزل الصوتى لحائط مصمت TL غير مسامي، كما يبين الشكل ١٣٦ للحائط TL، مبنياً عليه ظاهرة التناطبق كانهدار في المنحنى. وفي الحقيقة، فان مثل هذا الانحدار يحدث في حائط، ولكنها تكون ضحلة وخفيفة في حالة الحائط المصمت (الطوب أو الحجر)، ويكون موقعها في الذبذبات المنخفضة. وتبدو واضحة جلية في الحوائط الخفيفة والقسمات.

إن إضافة بعض الطلاء، وبعض المواد التي تخفض او تجمد الاهتزازات، كالمطاط أو البلاستيك الرغوي، تقلل من الانخفاض الناتج عن التناطبق، في منحنى عزل الحائط، تقل في العرض والعمق.



A = idealised graph
B = actual graph for
double skin laminated
plasterboard partition

منحنى قياسي
منحنى حقيقى لحائط
مزدوج من رهاشون
من ألواح الجبس

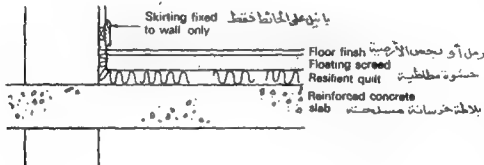
الشكل
(١٣٥)

وعند الرغبة في تخفيض الصوت، اذا كانت الحوائط المصمتة غير قابلة للتطبيق (بسبب وجود نافذة مثلا)، فانه يمكن عمل انشاءات من طبقتين أو أكثر. وتتحقق المقاومة العظمى لانتقال الصوت على سطح مادة الحائط. (ان قيمة ذلك يعتمد على الاختلاف في الكثافة بين الهواء والمادة). واذا استعملت كمية المواد نفسها (السّمك) في طبقتين منفصلتين، بدلا من طبقة واحدة، فان عزل الحائط TL سوف يتضاعف شريطة أن لا تكون هنالك اهتزازات منقولة بين الطبقتين. يصعب أن توجد هذه الحالة المثالية في الطبيعة، ولكن يمكن التوصل الى حالة قريبة منها اذا لم تتوافر عناصر ربط بين الطبقتين (أو أكثر)، وتكون عناصر الربط والتقويات مكونة من عناصر لدنة.

ويبين الشكل ١٣٧ بعض التفاصيل الانشائية العملية لبعض القسامات او الحوائط المكونة من طبقتين. إن أخطاء بعض البنائين أو أصحاب الصناعة يمكن أن تقضي على العزل المطلوب (كسقوط بعض المونة).

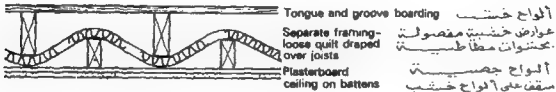
الشكل

(١٣٦)

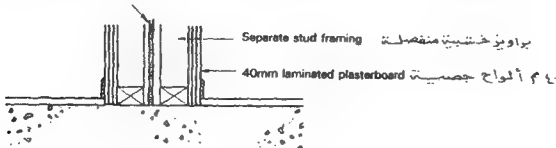


الشكل

(١٣٧)



Loose quilt



إن وضع مواد عازلة في الفراغ يقلل من بناء الصوت الترددي فيه، وهذا يزداد عزل الحائط. وتعتبر النوافذ في غلاف المبنى نقاط ضعف من حيث عزلها للصوت (كما هو الحال بالنسبة للعزل الحراري). ولكن أدائها يمكن أن يتحسن بإبيلي:

- أ) التأكد من عدم تسرب الهواء وإغلاق جميع المنافذ باستعمال أطواق مطاطية (وخلافها) لمنع التسرب.
- ب) استعمال نوافذ مزدوجة الزجاج (أو مكونة من ثلاث طبقات)، حيث لكل طبقة زجاج إطارها الخاص بها.
- جـ) وضع مواد عازلة على حائط الجدار حول النافذة، ولكن ذلك يكون مؤثراً إذا كان الحائط الذي حول النافذة (أي المسافة بين طبقتي الزجاج على الأقل ١٥٠ مم) بحدود ٢٠٠ مم.

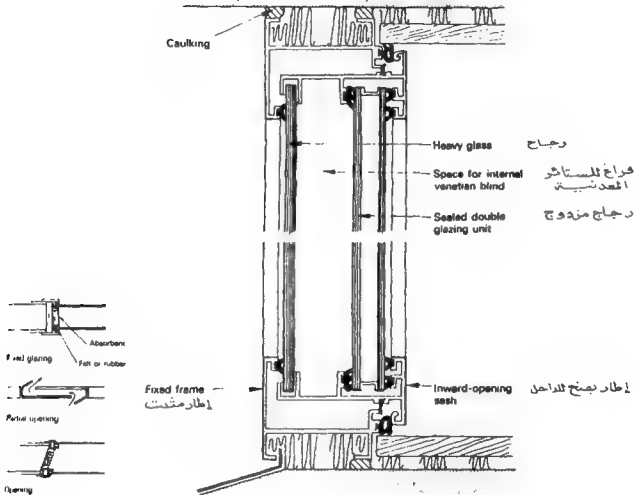
ويبين الشكل (١٣٨) بعض تفاصيل نافذة نمطية.

قد يحتاج الأمر لترك بعض الفتحات، كفتحات التهوية. ويمكن لفتحات التهوية أن تقلل من عزل الصوت بالتقليل من الغلاف المحكم. إن هذه تسبب مشكلة لا يمكن حلها بطريقة مباشرة، ولكن يمكن حلها بطريقة غير مباشرة، وذلك باستعمال مواد ماصة. وهذه الطريقة تعتمد على المبادئ التالية:

١. إن الهواء يمر ليس من خلال فتحة فقط، ولكن من خلال عمر طويل (على الأقل ١ م).
٢. يغطي الممر أو يشكل بطريقة لا يكون للهواء فيها عمر مستقيم مباشر يمر فيه الصوت.
٣. وحيث أن الشكل يعرض انعكاسات متكررة في الممر، فإن جميع الأسطح الداخلية تغطي بمواد عالية الامتصاص.
٤. ولزيادة عدد الانعكاسات، وبالتالي زيادة الأسطح الماصة الموجودة، يمكن وضع خافضات ماصة في الممرات.

ويبين الشكل ١٣٩ بعض التفاصيل النمطية.

الشكل
(١٣٨) نوافذ
صوتية مزدوجة



الشكل
(١٣٩) محرات
تهوية
بخافضات
ماسة



٦,٣ معضلات الضجيج في المناطق المدارية

٦,٣,١	مقدمة
٦,٣,٢	ظروف الضجيج
٦,٣,٣	المتطلبات السمعية
٦,٣,٤	طرق التحكم
٦,٣,٥	متطلبات التحكم بالضجيج
٦,٣,٦	التحكم بالمواد الماصة
٦,٣,٧	في المناخات الحارة الجافة
٦,٣,٨	في المناخات الرطبة الدافئة
٦,٣,٩	في المناخات المركبة

لقد حدد في الفصل ٦,٢ معايير الضجيج والطرق المتاحة للتحكم به، كموجز مختصر للمعلومات الموجودة، التي قد طورت في البلدان الصناعية المنحصرة للمناخات المعتدلة.

٦,٣,١
مقدمة

والآن يمكن طرح الأسئلة التالية :

- أ (إلى أي مدى تكون هذه المعلومات قابلة للتطبيق في الظروف المدارية؟
ب (هل تختلف معضلات الضجيج وطرق التحكم به في المناطق المدارية، إذا كان الأمر كذلك، فما هي الطريقة؟

ويمكن أن تكون الاختلافات :

- ١ . في ظروف الضجيج الموجودة.
- ٢ . في متطلبات الراحة السمعية، ومستويات الضجيج المقبولة.
- ٣ . في الطرق المتوافرة الممكنة للتحكم بالضجيج.
- ٤ . وكنتيجة لكل ذلك - في متطلبات التحكم بالضجيج. سناقش هذه الموضوعات في الفقرات التالية :

إن المصادر الرئيسية للضجيج في المجتمعات الصناعية هي :

- أ (الطرق والشوارع .
- ب (القطارات .
- جـ (الطائرات، وخصوصاً المطارات .
- د (الصناعة : المصانع، والمعامل . . . الخ .
- هـ (آلات المكاتب (آلات الطباعة، التلغرافات، الآلات حسابية . . . الخ)
- و (الناس في المساكن : المحادثة والغناء والموسيقى والمذياع والمسجلات والتلفاز، . . . الخ .
- ز (الاستعمالات المختلفة للآلات بشكل عام (الحصادات والآلات المتحركة والآلات المطبخ . . . الخ) .

يمكن أن يحدث هذا كله في ظروف المناطق المدارية، ولكنه ربما كان قليلاً . ومن الواضح أن مشكلات الازعاج في المناطق الريفية، لا تكاد تذكر أما في المناطق الحضرية فهي لا تقل عنها في أي مكان . إن معظم المناطق المدارية تُعدُّ بلداناً نامية، حيث تزدحم بأماكن التحضر . وتنخفض النسبة في الوقت الحاضر، بين المناطق الحضرية والمناطق الريفية في المجتمعات الصناعية ولكن :

- ١ . ان المشكلات في المناطق الحضرية هي المشكلات نفسها .
- ٢ . ومع ازدياد المناطق الحضرية واتساعها، فان معضلات الغد يمكن أن تصبح على نطاق قومي أوسع .

إن معدلات امتلاك السيارات الخاصة أقل منه في الغرب، ولكن كثافة المرور في المدن يمكن أن تصل الى المعدل نفسه . إن كثافة القطارات وخطوطها تقل عما في البلاد الصناعية ولكن المشكلات بالقرب من خطوط السكة الحديد هي نفسها . أما بالنسبة لحركة الطيران في المطارات الرئيسية فان كثافة حركة الطائرات تصل الى معدل حركة الطائرات نفسه في المطارات الثانوية في الغرب (مطار نيروبي يُعدُّ مثل مطار مانتستر)، ولكن حركة الطائرات تزداد بسرعة .

وهناك صناعات ثقيلة قليلة، ولكنها غالباً ما تكون قد أُنشئت في

في مواقع تتم عن حكمة أكثر، بعيداً عن المناطق الحساسة للازعاج مما أدى إلى خفض الازعاج الناجم عن الصناعة، على العكس مما حصل في أوروبا.

أما الأصوات الناتجة عن الناس فقد تكون أعلى منها في أوروبا، وذلك لحرية الحركة والنشاطات في الهواء الطلق وللتصرفات غير المفيدة، وجبهم للموسيقى الخ.

ويمكن أن يصل مستوى الأصوات المختلفة من راديو وهرج وغناء وكلام في بعض المناطق السكنية الحضرية في المناطق الإدارية الى ٦٥ - ٧٠ ديسبل، الأمر الذي يُعَدُّ مزعجاً في البلدان الأوروبية* حيث يختلف الموقف الاجتماعي للناس من حيث الحاجة للخصوصية ولا سيما الخصوصية السمعية، لأن روح المجتمع والاعتماد المتبادل بين الناس أعظم. فقد قيل [٩٤] أن درجة الهدوء المطلوبة في بلدان أوروبا الغربية قد تنتج إحساساً بالعزلة، لا يكون مقبولاً اجتماعياً. وقد يكون هذا السلوك وراثياً ولكن ليس هناك ما يؤدي إلى نتيجة محددة. وقد يكون الهدوء الموصى به عالمياً، مفضلاً من الناس في المناطق الإدارية، ولكن الناس هناك يقبلون بالحد الأدنى نظراً للأوضاع الاقتصادية.

٦,٣,٣
المطلبات
السمعية

وقد قيل إن على المصمم الذي يعمل في موقع معين أن يبدأ بالمعايير المنشورة في الأبحاث (انظر ملحق ١, ١٠) ومن ثم، وبناء على أسس من المعلومات المحلية، يبدأ باختبار ما إذا كانت هذه المعايير صالحة أم بحاجة لتطوير.

وبالرجوع الى الطرق الممكنة للتحكم بالضجيج الموضحة في ٦,٢,١، نلاحظ الاختلافات التالية :

٦,٣,٤
طرق التحكم

* في بريطانيا وألمانيا عادة ما يكون ٥٥-٥٥ dBA

ان الطرق الست المذكورة في التحكم بالضجيج يمكن تطبيقها، ما عدا الأخيرة، أي الغلاف العازل للضجيج. ويمكن الحديث عن عزل الضجيج فقط فيما يتعلق بفرغ مقفل تماماً، حيث المتطلب الأول هو السد المحكم للهواء. أما في ظروف المناخات المدارية (وخصوصاً في المناخات الدافئة الرطبة) فان القفل التام والسد المحكم للهواء يكون ممكناً. عندما يكون المبنى مكيفاً هوائياً. أما المباني غير المكيفة هوائياً فان فتحاتها يجب أن تبقى مفتوحة للتنوية، لذلك، فان الطرق الخمس الأخرى للتحكم بالضجيج يمكن الانتفاع بها.

اما بالنسبة للأصوات التي تتولد في المبنى، فان الطرق الثمانية للتحكم (والمبينة في ١، ٢، ٦) يمكن استعمالها، ما عدا البند ٧ أي الانشاء العازل للضجيج. وهذا يمكن عندما تكون منطقة مصدر الازعاج، أو المنطقة المستقبلية، مغلقة تماماً ومسدودة تماماً في وجه الهواء. فاذا كان ذلك مستحيلاً لسبب ما (كما هو الحال في معظم الأحوال) فان الأهمية النسبية للطرق الباقية يجب أن تزداد. كما أن استعمال الأسطح الماصة بمهارة سوف يساعد كثيراً في تقليل الازعاج.

إن المتطلبات القانونية أو التشريعية للتحكم بالضجيج في المناطق المدارية قليلة أو لا وجود لها. إن الخيار متروك للمصمم، ولكن ذلك يزيد في مسؤوليته. إن مصادر الازعاج الآن أقل، وبوجه عام فان مستوى الضجيج أقل منه في المجتمعات الصناعية. كما أن التحمل الانساني أكبر، ومتطلبات الخصوصية السمعية أقل. ولهذا السبب فان متطلبات التحكم بالضجيج تكون أقل. ولا ننسى أن طرق التحكم المتوافرة أيضاً أقل تأثيراً.

أما في المستقبل، فان الضجيج قد يزداد. كما أن التحسن في مستوى المعيشة وتغير نمط المجتمع سوف يزيدان في الحاجة الى الخصوصية السمعية. وعندئذ، فان المصمم سيواجه تحدياً كبيراً، اكبر بكثير مما يكون في المناخات المعتدلة.

ويجب أن يحقق المأوى أو غلاف المبنى، أداءً مرضياً في التحكم بالحرارة والاضاءة مثلما يحقق أداءً مرضياً للصوت. ويمكن للمتطلبات الحرارية

٦،٣،٥
متطلبات
التحكم
بالضجيج

والصوتية في المناطق المدارية أن تتصادم، ولا يمكن لهذا لتناقض أن يحل بطريقة متساوية.

أولاً : يجب أن توزن العوامل الحرارية والسمعية. ويجب التأكيد على الظروف الجيدة السمعية والحرارية. وهذا واضح، من انه نتيجة لطريقة استعمال المبنى. وبشكل عام تكون العوامل الحرارية في المناطق المدارية أهم من العوامل السمعية، ما لم يكن النشاط في المبنى محدوداً بالمتطلبات السمعية (كما هو الحال في قاعات المحاضرات). ويمكن للوقت ومدة التعرض أن تزيد من هذا الوزن كأن تكون النشاطات الخارجية، ذات أصوات مزعجة طوال اليوم، والأوقات الحارة تحدث فقط بعد الساعة ١٥,٠٠، فتكون متطلبات التحكم بالضجيج أكثر أهمية من التحكم بالحرارة.

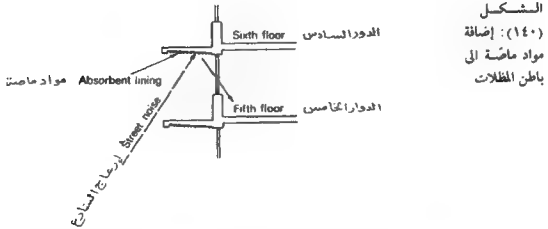
ثانياً : يجب مراعاة الظروف الاقتصادية فيما يخص متطلبات الوزن. وللاستمرار في المثال السابق: اذا كان عمل مظلات وإن كان مكلفاً يمكن أن يتغلب على الحرارة الزائدة بعد الظهر، فإن المتطلبات السمعية والحرارية تصبح ممكنة. وإذا أمكن تحقيق المتطلبات الحرارية والسمعية باستعمال نظام تكييف الهواء فقط، فإن تكلفة مثل هذه التركيبات يجب أن ينظر إليها في ضوء الراحة التامة، ورأس المال المستثمر.

إن التعارض بين عزل الضجيج والعزل الحراري ناتج عن حقيقة أن الأول يتطلب اغلاقاً كاملاً ومحكمًا، بينما يتطلب الأخير فتحات كبيرة قدر الامكان. ويمكن الاعتماد على المواد الماصة في حالة الفتحات، لكن ليس بقصد التحكم التام لانه غير ممكن ولكن، على الأقل: لتقليل الضجيج الداخلي. وهذا، من حيث المبدأ، شبيه تقريباً بما ذكر عند الحديث على فتحات التهوية ٦,٢,١٠:

١. يجب تحديد الأسطح التي ينعكس عليها الصوت ووضع مواد ماصة على أسطحها.

٦,٣,٦
التحكم
بالمواد
الماصة

٢. إذا كان وضع أسطح جديدة لمنع المرات المباشرة للصوت ممكناً يمكن وضع مواد عازلة عليها.



يمكن توضيح الطريقة السابقة بأمثلة عملية.

ويبين الشكل ١٤٠ نافذة لدور علوي، عليها مظلة (يمكن أن تكون للتظليل أو شرفة للدور العلوي). ينعكس الصوت إلى داخل الغرفة بواسطة باطن الشرفة وعلى سقف الغرفة القريب من النافذة. إن تبطين هذه الشرفة بالمواد العازلة، يقلل الصوت المنعكس. فإذا أهملنا المرات الأخرى للضجيج، وكان منسوب الصوت الساقط ٧٠ ديسبلاً، فإن ذلك يعادل شدة مقدارها.

$$I = 10^{-12} \times \text{antilog } 7 = 10^{-12} \times 10^7 = 10^{-5} \text{ W/m}^2$$

$$\text{as } 70 = 10 \log \frac{1}{10^{-12}}$$

$$7 = \log \frac{1}{10^{-12}}$$

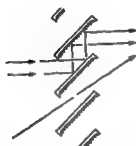
إذا كان معامل الامتصاص ٠,٠٥ (خرسانة)، فإن ٩٥٪ من هذا الصوت سوف ينعكس، ويعطي منسوب صوت:

$$N = 10 \log \frac{10^{-5} \times 0.95}{10^{-12}} = 10 \log 0.95 \times 10^{-7} = 69.7 \text{ dB}$$

فإذا غطيت الأسطح نفسها ببلاطة مخزومة، وكان معامل امتصاصها ٠.٧٥ ر.٧٥ فان ٢٥٪ فقط سوف ينعكس، وذلك يعطي منسوب صوت مقداره :

$$N = 10 \log \frac{10^{-5} \times 0.25}{10^{-12}} = 10 \log 0.25 \times 10^7 = 63.9 \text{ dB}$$

وفي هذه الحالة يحدث نقصان مقداره ٦ ديسبل.



الشكل
(١٤١): تبطين
الكاسرات
(الأباجورات)،
بمواد ماصة

وبين الشكل ١٤١ نظام كاسرات (أباجورات) في الدور الأرضي أمام فتحة. ينعكس الصوت الأفقي مرتين، مرة من السقف والأخرى من البطن. ويوضع مواد ماصة في باطن الكاسرات فانه يمكن الحصول على تأثير مماثل كما ورد في المثال السابق. إذا كان السطحان ماصين، المستوى نفسه فان:

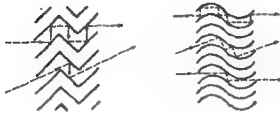
$$0.25 \times 0.25 = 0.0625$$

أي أن ٢٥٪ ينعكس وهذا يعطي منسوب صوت مقداره :

$$N = 10 \log \frac{10^{-5} \times 0.0625}{10^{-12}} = 10 \log 0.0625 \times 10^7 = 57.9 \text{ dB}$$

فان النقصان الكلي يمكن أن يكون ١٢ ديسبل. ولكن، لسوء الحظ، تكون الأسطح العليا للكاسرات معرضة للرطوبة وللعوامل الجوية، ومعظم المواد الماصة لا تقاوم هذه العوامل. إذا أخذ الشكل ١٤١ مسقطاً أفقياً لمجموعة من الكاسرات العمودية، فان استعمال مواد ماصة على الوجهين يمكن أن يكون عملياً، وخصوصاً في الأماكن المحمية.

إن تأثير المواد الماصة يتحسن اذا كانت نسبة المسافة بين الكاسرات والعرض قليلة، وهكذا، إما أن يزداد في عرض الكاسرات أو توضع قريبة بعضها من بعض. إن عمل الكاسرات على شكل Z أو S أفضل لتقليل الضجيج (الشكل ١٤٢).



الشكل
(١٤٢):

لما كان للصوت ممرات عديدة، فإن نقصانه لا يمكن أن يحسب بدقة. ففي حالة الشكل ١٤١ يمكن أن ينعكس الصوت عن الرصيف ويمكن لممر الصوت أن يدخله دون انعكاس. وفي هذه الحالة يحسن أن نضيف مواد ماصة للأرضية بدلاً من الرصيف القاسي (مثل الأعشاب) ما كان ذلك ممكناً، وإذا كان الصوت المباشر (غير المنعكس) يمكن أن يقرب السقف كما هي الحال هنا، فإن جزءاً منه بالقرب من النافذة يمكن أن يكون ماصاً، وسنناقش في ما يلي الأشكال النمطية للمباني الناتجة من أنواع المناخات المختلفة، وكيف تؤثر هذه الأشكال على معضلات الصوت.

تكون الحوائط في المناخات الحارة الجافة، عادة، مصممة وعظيمة الكتلة. وتكون النوافذ والفتحات صغيرة في العادة وتفتح على ساحات داخلية. ويعتبر ذلك مفضلاً لعزل الصوت الخارجي. ويكون مثل هذه المباني غير محصن ضد الأصوات المتولدة في الساحة الداخلية أو من مصادر الأصوات العليا (الطائرات التي تطير من فوق المساكن). وحيث أن مثل هذه الأصوات نادرة الحدوث (إلا بالقرب من المطارات)، والصوت الأول المتولد ضمن الساحات يعتبر صوتاً عادياً، فإنه لا تكون هنالك مشكلات ازعاج مهمة.

٦,٣,٧
في المناخات
الحارة الجافة

كما ذكرنا في ٢,٣,٤، فإن السعة الحرارية الكبيرة للمباني قد تتطلب إقامة سقف خفيف، لاستعماله للنوم في النصف الأول من الليل على الأقل. فتكون الحماية من الازعاج مستحيلة في مثل هذا المأوى من وجهة النظر

العملية، والخيار في هذا المأوى بين الراحة الحرارية والراحة الصوتية. إن التحكم في الازعاج الخارجي يتم بمنع الازعاج الخارجي من الدخول عبر النوافذ والفتحات (عند قفل الاباجورات الثقيلة المستعملة لأسباب حرارية ويمكن أن تعطي الحماية الصوتية الكافية) ويمكن تحقيق ذلك بالطرق الموضحة في (٦، ٢، ١٠)، (٦، ٣، ٦). وحيث أن مصدر الازعاج الوحيد، المقلق، هو من مصادر الصوت في الساحة الداخلية، فقد يحسن استعمال أسطح لينة بقدر ما تسمح الناحية العملية، مثل استعمال الاعشاب كرصيف، أو استعمال مواد ماصة على باطن الأسقف والمظلات حول الساحات.

وتكون المباني، في مثل هذه المناطق، من مواد خفيفة، تستقبل الريح والنسيم. فيكون غلاف المبنى غير قادر للتحكم بالازعاج. وفي أفضل الظروف، يمكن تقليل الازعاج الخارجي باستعمال مواد عازلة بمهارة. أما الازعاج الداخلي، فإن ظروف تقليله قد تكون أفضل مما في المناخات الحارة الجافة ذات الساحات الداخلية: وفي هذه الحالة فإن الازعاج يمكن أن يهرب بحرية، ولا ينعكس من أسطح المباني ولن يكون هنالك صوت ترددي.

٦، ٣، ٨
في المناخات

وهنا، لا بد من الاعتماد على التحكم بالتخطيط، مثل الابتعاد عن مصدر الازعاج، ووضع أنواع مختلفة من الحواجز بين المصدر والمستقبل. ولحسن الحظ فإن هنالك مجالين متوافقين بين المتطلبات الحرارية والصوتية هما:

١. تكون الكثافة السكانية في هذا المناخ أقل منها في المناخات الأخرى بكثير. وتكون المسافات بين المباني كبيرة تسمح بحركة الهواء وهذا أيضاً يقلل معضلات الصوت.

٢. وحيث أن التحكم بالرطوبة يكون ممكناً باستعمال التكييف بالهواء، فإن استعمال مثل هذه التركيبات يكون أكثر ضماناً مما يكون في المناخات الأخرى، إن استخدام التكييف المركزي، بغرض استعمال غلاف تام الاحكام ضروري وخصوصاً في المباني الحساسة، حيث تكون الحاجة اليه ماسة.

تكون المباني في هذا المناخ من منشآت مصممة وكتلية (٧، ٣، ٧). وتكون النوافذ والفتحات، عادة كبيرة نوعاً ما، لتزويد المبنى بحركة هواء في

٦، ٣، ٩
في المناخات
المركبة

الفصل الدافئ الرطب (٩، ٣، ٧)، هذا مع امكانية قفلها في الفصل البارد وفي أثناء النهار في الفصل الحار الجاف. وبصفة عامة، يكون المبنى مقفلاً في المناخات الحارة الجافة، وبهذا فان معضلات الازعاج لاتكون بالغة الخطورة. وتكون أباجورات النوافذ والأبواب كتلية، لعزل الحرارة والصوت معاً.

ويمكن أن تظهر المشكلات في الفصل الدافئ والرطب، عندما تفتح النوافذ للتهوية. وفي هذه الحالة يفضل استعمال مواد عازلة للصوت. ويمكن استعمال مواد ماصة لتقليل الضجيج، كما هي حال المناخات الدافئة الرطبة، ولكن الفائدة من هذه لا تكفي لتبرير التكلفة، لثلاثة أسباب :

١. ان الفصل الدافئ الرطب، الذي يحتاج الناس فيه لهذه التهوية، قصير لا يتجاوز ثلاثة أشهر.
٢. إن المواد الماصة لا تعمل على تقليل اختراق الصوت.
٣. إن المواد الماصة غير معينة، ومعرضة لتغير ظروف المناخ وهي أيضاً قابلة للتلف.

ويمكن تحقيق المناخ السمي المناسب، وخصوصاً في الحالات الحرجة (مثل غرف المحاضرات التي تحتاج إلى تكييف الهواء)، باستعمال الغلاف المقفل. يمكن للمتطلبات السمعية أن تتحكم في طريقة تكييف الهواء، وان لم يكن لذلك مبرر حراري.

الفصل السابع

تطبيقات

٧,١ مأوى للمناخات الحارة الجافة

٧,٢ مأوى للمناخات الدافئة الرطبة

٧,٣ مأوى للمناخات الرعوية

٧,٤ مأوى للمناخات المدارية المرتفعة

٧,١ مآوى للمناخات الحارة الجافة

٧,١,١	طبيعة المناخ
٧,١,٢	الأهداف الوظيفية
٧,١,٣	الشكل والتخطيط
٧,١,٤	المساحات الخارجية
٧,١,٥	الأسطح والجدران والفتحات
٧,١,٦	السطح وأسطح الجدران
٧,١,٧	التهوية وتدفق الهواء
٧,١,٨	المآوى التقليدي
٧,١,٩	المناخات الصحراوية الساحلية

تتميز المناخات الصحراوية - الجافة وشبه الصحراوية بحرارة عالية جداً، وهواء جاف وأرض جافة. وتتراوح درجة حرارة الهواء في النهار ما بين ٢٧ - ٤٩°م (عادة ما تكون درجة حرارة الجلد أعلى من ٣١ إلى ٣٤°م)، ولكنها قد تنخفض ليلاً إلى حوالي ٢٢°م (انظر ١,٣,٥).

٧,١,١
طبيعة المناخ

وتكون الرطوبة، بصفة عامة، متوسطة إلى قليلة. وتكون الغيوم قليلة أو معدومة، بحيث تقلل شدة الشمس المباشرة العالية. وتسمح السماء الصافية بكميات معتبرة من الحرارة تنفذ إلى المساحات الخارجية وتشع مرة أخرى في الليل. ولا يساعد الهواء الجاف، والرطوبة القليلة والكميات القليلة من الأمطار على نمو النباتات، وتعكس الأرض الجافة المغيرة أشعة الشمس القوية، مسببة إجهاراً أرضياً مزعجاً. وتحمل الرياح المحلية الحرارية، الغبار والرمل.

وتعتمد الراحة الفيزيائية في النهار، بشكل أساسي، على تقليل شدة الإشعاع الناتج من الشمس، ومن الأرض والمباني المجاورة. إنها بصفة أساسية مشكلة حماية. إن معرفة ميزات تدفق الحرارة النوري للمباني المختلفة، تساعد المصمم في اختيار الحوائط والأسقف التي يمكنها أن تحافظ نهراً على

٧,١,٢
الأهداف
الوظيفية

درجة حرارة الأسطح الداخلية أقل من درجة حرارة الغلاف الخارجي . ان هذا يسمح للجسم بتشتيت بعض الحرارة الزائدة الى الأسطح المحيطة بالأشعاع ، كما أنه يبرد هواء الفراغ الداخلي بالحمل .

أما في الليل ، فان درجة حرارة الهواء غالباً ما تكون منخفضة بحيث تسمح بزيادة درجة الحرارة المؤثرة بواسطة درجة حرارة الهواء . وقد تكون مثل هذه الزيادة مفيدة . وهنا يكون التخثر أعلى منه في أي مناخ آخر ، بسبب الرطوبة المنخفضة دائماً ، التي تحدث باستمرار ودون عمل ترتيبات معينة (بشرط أن الجلد يمكن أن يمد عرقاً كافياً) .

ولا يمكن الاستفادة من النسيم في الداخل ، ما لم يكن الهواء بارداً ويرشح الغبار منه .

وتكون الظروف كثيرة العداء في هذا المناخ ، حتى أن المباني والمساحات الخارجية المعدة للمعيشة ، تكون بحاجة الى أن تحمي بدقة متناهية ، من شدة أشعة الشمس والهواء الحار المغر .

٧٠١،٣
الشكل
والتخطيط

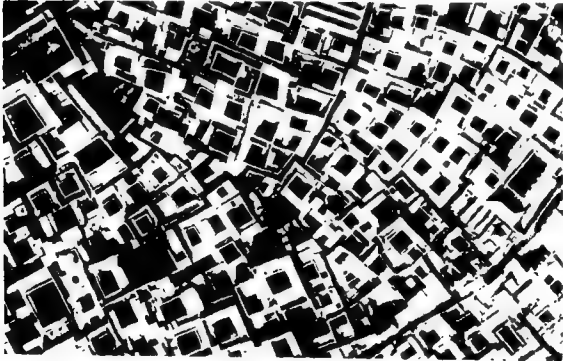
وتكون المباني المغلقة والمتراصة ، التي تفتح للداخل بشكل أساسي أفضل من غيرها . إن تطبيق بعض المبادئ الأساسية المناسبة في التخطيط ، مثل إمكانية وصول الماء ، والوقود ومخازن المواد الغذائية الى نقط قريبة ، كالأسطح التي يمكن تنظيفها بسهولة ، وتقليل عناصر الحركة وتجنب الأدراج غير الضرورية ، كل ذلك يساعد الساكن في تقليل الحركة والتعب والجهد [٤] . ويقل الحمل الحراري من الشمس والهواء الحار بشكل كبير ، وذلك باستعمال أكبر عدد من الوحدات السكنية تحت سقف واحد .

ويجب تقليل الأسطح المعرضة للشمس بقدر المستطاع . ويجب توجيه المقاسات الطويلة في المبنى ، في الموقع العام ، باتجاه الشمال والجنوب ؛ إذ إن هاتين الواجهتين تستقبلان أقل كمية من الحرارة المشعة . ويكون أسوأ توجيه نحو الغرب . ورغم أن أشعة الشمس في الواجهة الشرقية تشابه الواجهة الغربية ، إلا أن الشدة القصوى في الواجهة الغربية تتزامن مع درجة الحرارة القصوى ، مما تسبب كمية اجمالية قصوى من الحمل الحراري . ويمكن استعمال الغرف المعدة لغير السكنى كالمخازن والمراحيض ، كحواجز حرارية ، اذا خططت ووضعت في الواجهتين الشرقية والغربية .

إن تظليل الأسقف والحوائط والساحات الخارجية مهم جداً. كما أن استعمال إسقاط الأسقف، والرفاريف، وعناصر الظل والأشجار والارتفاع بالحوائط والمباني المجاورة، تعتبر طرقاً معروفة لحل تلك المشكلة. هنالك تشكيلة واسعة من عناصر الظل، كما أن طرق معرفة أدائها سهلة ميسرة وذلك باستعمال منحنيات الشمس والمناسقل أو الأجهزة التي تمثل حركة الشمس. ويجب أخذ الحذر واستعمال مواد ذات سعة حرارية قليلة لعناصر الظل المجاورة للفتحات، للتأكد من برودتها السريعة بعد غروب الشمس.

وبرص المباني بعضها إلى جانب بعض، وخصوصاً اذا وضعت الحوائط الشرقية والغربية متلاصقة، فإن الظلال المتبادلة تساعد في تقليل الكسب الحراري في الحوائط الخارجية. ولهذا السبب، يفضل الناس في المناخات الحارة الجافة المباني المتلاصقة، والطرق الضيقة والشوارع والأروقة، وصفوف الأشجار والأعمدة، والساحات الداخلية المقفلة الجوانب، والأقنية، وذلك من أجل الحصول على أكبر كمية من الظل والبرودة (الشكل ١٤٣).

شكل ١٤٣ مستوطنة في المغرب كمثال للمساكن في المناخ الحار الجاف



إن تظليل السقف مهمة أصعب كثيراً، والطريقة الأكثر تأثيراً هي بناء سقف ثانٍ فوق السقف الأولي. وحيث أن السقف العلوي، يكسب حرارة بالاشعاع، وتبلغ حرارته درجة عالية جداً، فإن عزله عن السقف الرئيسي ضروري جداً لتشتيت الحرارة الكائنة بين السقفين، مع استعمال أسطح مناسبة لهما. يجب أن يكون سطح السقف السفلي مناسباً لدرجات الحرارة المنخفضة المشعة (الموجات الطويلة تحت الحمراء) التي تشع من السقف العلوي: وهذا يتطلب استعمال أسطح معدنية لامعة. إن إقامة السقفين مكلف جداً ولكن سقفاً بسيطاً، باستعمال فراغات مهواة سيكون له التأثير نفسه.

إن معظم النشاطات اليومية تحدث خارج المنزل، كما هو الحال في معظم المناخات الدافئة. ولذلك يجب معاملة الفراغات الخارجية بعناية، تماماً كالفراغات الداخلية.

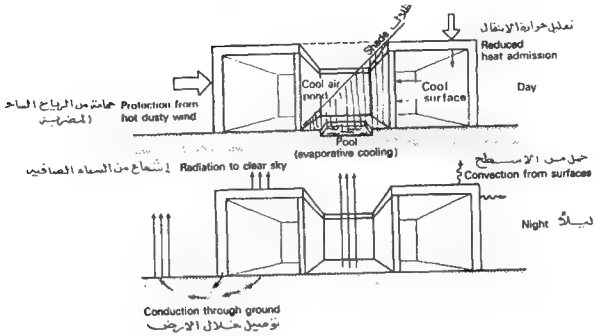
٧،١،٤
الساحات
الخارجية

إن المباني المجاورة والأرصفت والأرض الجافة، تسخن بسرعة وتسبب إجهاداً مؤلماً وحرارة مشعة منعكسة باتجاه المبنى في النهار، أما في الليل فإنها تقيّد اشعاع الحرارة المخزونة في النهار. إن إحاطة الساحات الخارجية بحوائط تظليل تحول دون هذا التأثير كما تبعد الرمال بعيداً وتصد الرياح الحارة.

ويساعد وجود الأشجار والنباتات والمياه في هذا الفراغ الخارجي على تبريد الهواء بالتبخير، ويحافظ على إبعاد الرمال والغبار بعيداً ويعطي ظلالاً، وراحة بصرية ونفسية.

إن أفضل مساحة خارجية في مثل هذا المناخ هي الفناء الداخلي (المكشوف) (Courtyard). حيث يحجز الهواء البارد ليلاً، وذلك لأنه أثقل من الهواء الدافئ المحيط. وإذا كان الفناء صغيراً (لا يتجاوز العرض الارتفاع)، فإن النسيم يترك الهواء البارد دون تغير. ويعتبر الفناء منظماً حرارياً ممتازاً وذلك من عدة أوجه [٩٦] حيث تحجب الحوائط العالية الشمس المباشرة، وبذلك تظلل مساحة كبيرة من المساحات الداخلية وأرضية الفناء في النهار. إن الهواء البارد، والأسطح الباردة والأرض التي يظلها الفناء، سوف تسحب الحرارة من المناطق المحيطة، وتعيد انبعاثها إلى السماء مرة أخرى في أثناء الليل. ويوضح

الشكل (١٤٤) و (١٤٥) النظام الحراري للفناء الداخلي في المباني.



وكما ذكرنا سابقاً (٣، ٢، ٤) فإن الطريقة الأساسية للانتفاع بفارق درجات الحرارة اليومي تعتمد على استعمال انشاءات ذات سعة حرارية كبيرة. فإن هذه المنشآت تمتص كثيراً من الحرارة الداخلة من خلال الأسطح الخارجية في النهار، وقبل أن تبدي الأسطح الداخلية أية زيادة معتبرة من الحرارة. ولتحقيق ذلك فإن الحوائط يجب أن تنشأ من مواد ثقيلة، وذات سعة حرارية كبيرة، ولا سيما السقوف.

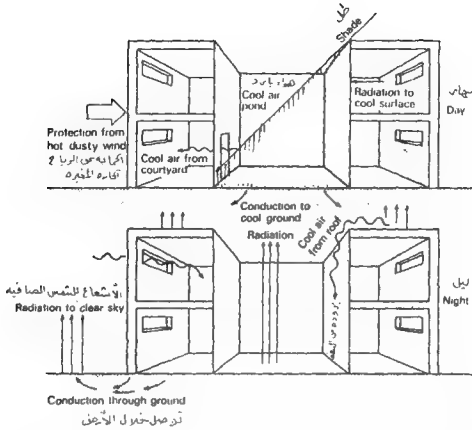
٧، ١، ٥
الأسقف
والحوائط
والفتحات

ولا تكون الطريقة مؤثرة إلا اذا ابتدأت حرارة الصباح، بمحتوى حراري قليل (بدرجة حرارة قليلة) بقدر الامكان. ويجب تشتيت الحرارة المخزونة من اليوم السابق في الليل ولن يكون التبريد خلال الأسطح الخارجية كافياً لهذا الهدف. إن تشتيت الحرارة خلال الأسطح الداخلية يجب أن يتم في الليل بمساعدة التهوية الكافية.

وبذلك يكون تصميم الفتحات محكوماً بمتطلبات:

١. ان عدم وجود فتحات في اثناء النهار يكون مرغوباً فيه، ولا بأس في وجود فتحات صغيرة عالية في الحائط.

الشكل
(١٤٥) : النظام
الحاراري لفناء
كبير في منزل



٢. وأما في الليل فيجب أن تكون الفتحات واسعة بما فيه الكفاية لتعطي تهوية كافية لتنشيط الحرارة المتبقية من الحوائط والسقف.

إن الحل الذي يحقق كلا المتطلبين، هو استعمال فتحات متسعة، مع استعمال أباجورات كتلية، مع سعة حرارية قريبة من السعة الحرارية للحوائط. إن هذه معضلة فنية (Technical). فإن كان ذلك ممكناً كان الحل الثاني واستعمال أباجورات ذات مقاومة حرارية عالية، مثل أباجورات ثقيلة من الخشب. فإذا حفظت هذه الأباجورات متقاربة في النهار، فإنها تعوق تدفق الحرارة للداخل، وإذا فتحت في أثناء الليل، فإنها لا تمنع تشتت الحرارة. إن ذلك، على كل حال، يتطلب تحكماً إدارياً هو التصرف المناسب من السكان، الأمر الذي لا يعتمد عليه دائماً. وقد يتم من أجل الاتصال أو الحركة بين الساحات الداخلية والخارجية، وهذا فالأباجورات تبقى مفتوحة في النهار، ولكنها لأسباب خصوصية أو لأسباب أمنية يمكن أن تبقى مغلقة في الليل،

وهذا ينتج عن ذلك عكس التأثير المطلوب . إن طريقة التحكم هذه مسألة عادات معيشية كما أنها في الوقت نفسه مسألة تصميم وإنشاء . ويمكن للمصمم أن يكيف تصميمه هو تبعاً للعادات المعيشية ، كأن يكون السكان لا يستطيعون ترك الأباجورات مفتوحة في الليل إلا إذا كان هناك حديد الحماية مثبتاً على الفتحات .

قبل الوصول الى قرارات تصميمية ، على المصمم دراسة نمط حياة السكان في المبنى . وعلى سبيل المثال إن مبنى المكاتب يشغل في الصباح وفي الفترة المبكرة من بعد الظهر ، وهو بهذا يحتاج الى زمن تخلف (Time - lag) ما بين ٤ - ٦ ساعات ، مما يكفي لتقليل وتأخير عمر الحرارة حتى وقت اخلاء السكان للمبنى . أما مباني السكن فهي بحاجة الى زمن تخلف ما بين ٩ - ١٢ ساعة ، لتأخير انبعاث الحرارة الداخلية الى الوقت الذي تكون فيه درجة حرارة الهواء في حدها الأدنى ، وهذا يكونا بعد منتصف الليل وقبل الفجر حيث تكون الحرارة الزائدة مميزة أو في الظروف الباردة ، فتكون الاسقف الكتلية ، مفيدة في مثل هذه الحالة على وجه الخصوص .

وفي المناطق التي يقل فيها تباين الحدود اليومية لدرجات الحرارة حيث درجة حرارة الليل لا تنزل تحت منطقة الراحة ، فإن السعة الحرارية الكبيرة يجب أن تقتصر على الحوائط الداخلية أو القسامات والأرضيات ، بينما يجب أن تكون الحوائط الخارجية والسقف ، ذات مقاومة عزل عالية .

وكبدل لذلك ، يمكن فصل غرف الاستعمال النهاري عن التي تكون للاستعمال في الليل ، فتكون الأولى محاطة بعناصر ذات سعة حرارية عالية ، والثانية بعناصر داخلية من مواد خفيفة تبرد بسرعة بعد غياب الشمس .

إن المعرفة الدقيقة بخواص المواد الحرارية ضرورة ملحة من أجل اختيار أفضل المواد مناسبة ، أو أفضل ترتيب للطبقات اذا كان استعمال المنشآت متعددة الطبقات ممكناً . وعلى سبيل المثال إن وضعت مواد عازلة خفيفة على السطح الخارجي لحائط أو سقف ذو كتلة كبيرة ، يعطي تخلفاً زمنياً (Time - lag) مساوياً تقريباً أربعة أضعاف زمن التخلف الذي ينتج عن

استعمال المواد العازلة للسطح الخارجي نفسها، تمنع تشتت الحرارة من الجزء ذى الكتلة الكبيرة الى الهواء الخارجي في الليل بشكل مؤثر. وتكون التهوية الداخلية بشكل متنوع ضرورية، والا فانه في عدة أيام فقط، فان المحتوى الحراري للجزء الكتلتي سوف يبنى الى مستوى كبير بحيث تصبح الظروف الداخلية غير محتملة حتى بالنسبة للظروف الخارجية.

كما يمكن أن تكون أرضية المبنى وسيلة لتخزين الحرارة. وللانتفاع بهذا يجب ان يكون المبنى على اتصال كبير بالأرض أي تكون الأدوار الأرضية مصممة وليست معلقة، ويجب أن لا يكون المبنى بأي حال مرفوعاً على أعمدة ولا معلقاً، فعندئذ ستنقل الحرارة (بالتوصيل) من أجزاء المبنى الى الأرض. ويكون أفضل وضع يمكن تحقيقه اذا كانت الأرض المجاورة للمبنى مظلمة في النهار، ولكنها مكشوفة تماماً خلال الليل للسماء، بحيث يتم ابتعاث الحرارة بالاشعاع دون حواجز.

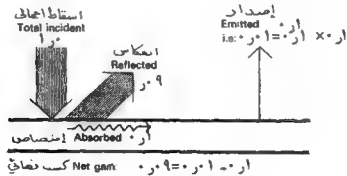
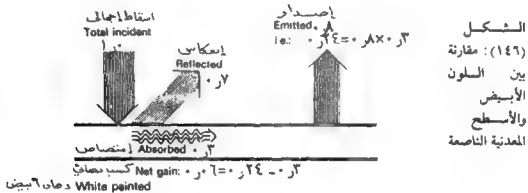
إن اختيار معالجة الأسطح ونوع مواد البناء المستعملة عليها يؤثر في السلوك الحراري للمبنى، وقد يساعد في تقليل الحمل الحراري. إن الألوان الفاتحة أو الأسطح الخارجية اللامعة تعكس قسماً كبيراً من الأشعة الشمسية الساقطة، وبذلك فان كمية قليلة من الحرارة تدخل الى أجزاء المبنى.

٧,١,٦
أسطح السقف
والحوائط

ومما لا شك فيه أن السقف هو أكثر جزء خرج من جميع أسطح المبنى. وفي أي موقع قريب من خط الاستواء فانه يستقبل أكبر كمية من أشعة الشمس وأكبر حمل حراري بالتالي، ولكنه أكثر السطوح تعرضاً الى السماء الصافية في الليل، ولذلك فانه أكثر السطوح اشعاعاً للحرارة الى الفراغ الخارجي ويكون لاختيار مواد سطح السقف أكبر الأثر مقارنة بالحوائط.

ومن المجدي استرجاع ما جاء في الجزء (١٦, ١, ٣) وهو ان يتم الامتصاص والتشتت لمادة معينة هي نفسها لدرجة حرارة الاشعاع. ولكنها تختلف عندما تكون الحرارة المستقبلية قادمة من الشمس بدرجة حرارة السطح حوالي ٥٥٠٠°م، ولكن درجة حرارة الانبعاث تكون بدرجة حرارة السطح نفسها، ونادراً ما تزيد على ٥٠°م على الأرض. وتزداد أهمية ذلك عند اختيار مواد سطح الأسقف.

وعلى الرغم من أن للأسطح المعدنية الناصعة، مثل صفائح الألمنيوم، والأسطح المدهونة باللون الأبيض، معامل امتصاص يقدر بـ ٠,٢، فإن للآخر قيمة اصدار تبلغ ثمانية أضعاف الاولى (٠,٨ مقابل ٠,١) وإذا اعتبرنا أن السطح الأبيض لا يظل ناصعاً لمدة طويلة، حيث يمكن أن يزداد معامل امتصاصه الى حوالي ٠,٣، وإذا ما قارنا هذا بصفائح الألمنيوم الناصعة، التي لها معامل امتصاص فقط ٠,١، فمن الواضح أن الألمنيوم سوف يمتص حرارة أقل. وعلى كل حال يظل الاختلال في الاصدار كما هو، ولهذا فإن السطح الذي يمكنه اصدار الحرارة للفراغ الخارجي، يظل أكثر فائدة من استعمال الأسطح البيضاء. واما الحائط العمودي، الذي يقابل أسطحاً لمبانٍ أخرى، وأرضاً لها درجة الحرارة نفسها، ففرصة إصداره للحرارة بالإشعاع تكون قليلة، وكذلك قيمة معامل الاصدار، حيث يكون استعمال الأسطح المعدنية الناصعة ذا نتائج أفضل، رغم أن امتصاصها يزداد مع الزمن الى حوالي ٠,٢٥ (الشكل ١٤٦). ويجب تجنب استعمال الألوان الداكنة في كل الاحوال.



يجب تظليل الفتحات وقفلها في اثناء النهار وأن تكون التهوية بعدها الأدنى الضروري للأسباب الصحية، ذلك لتقليل دخول الهواء الخارجي الحار المغبر وتكون فتحات الهواء موجودة بحيث تسمح للهواء الأكثر برودة والأقل غباراً بالدخول فقط، وحتى اذا كان ضرورياً، فان الهواء يمكن تمريره إلى الأماكن التي تحتاجه. وبذلك تسهل المحافظة على الظروف الباردة الموجودة عند الفجر في داخل المبنى لأكثر مدة زمنية ممكنة.

ويمكن أن يسبب الكسب الحراري الداخلي، الناتج من أجسام المخلوقات والطبخ والاضاءة، (والذي يشار اليه بالحرارة الشاذة) معضلة كبيرة. تستطيع التهوية أن تزيل الحرارة العالية فقط (درجات الحرارة الأعلى من الهواء الخارجي). فاذا كان ممكناً، فان مثل هذه الحرارة يجب عزلها وتهويتها منفردة. وفي أماكن التجمهر (كالمدارس وقاعات الاستقبال... الخ) تستحيل المحافظة على الهواء الداخلي أبعد من الهواء الخارجي أو تكاد، إلا لفترة محدودة. عندما تكون كمية الحرارة الناتجة من الأجسام أكبر من معدل امتصاص الهواء الخارجي، يمكن تجنب زيادة أخرى باستعمال تهوية واسعة.

وتكون التهوية الموسعة في الليل، كما رأينا، ضرورية لتبديد الحرارة المخزونة. ويكون من المجدي اذا وجه مجرى الهواء في الليل باتجاه الأسطح الداخلية الحارة. وحيث أن الأسطح الأكثر حرارة يمكن أن تكون الأسقف وتحت الأسطح، ولهذا ينصح بجعل مستوى الفتحات دون السقف مباشرة.

إذا استعمل سقف مزدوج، أو استعمل سطح وسقف منفصلين، كان لا بد من احتساب الحرارة المنقولة من السطح الخارجي الى السقف. هذه الحرارة جزئياً تشع (حوالي ٨٪) وجزئياً تنتقل بالتوصيل. وحيث أن السطح الخارجي ادفء من السقف، والهواء الحار يرتفع الى أعلى، فلن يكون هنالك تيارات حمل، ويكون هنالك انتقال الحرارة بالتوصيل فقط. وإذا كان الفراغ بينها مقفلاً، فقد يصل الهواء المحصور الى درجة حرارة مرتفعة جداً، وبذلك يزيد من انتقال الحرارة بالتوصيل. يمكن تجنب ذلك باستعمال تهوية موسعة في الفراغ بين السقفين.

إن التهوية لا تقلل من انتقال الحرارة بالإشعاع، ولكنها تقلل درجة حرارة الأسطح الداخلية للغلاف الخارجي، وبذلك يقل إصدار الحرارة المشعة من ذلك السطح. وهناك طريقة أخرى لتقليل انتقال الحرارة المشعة بين السطحين، وذلك باستعمال أسطح ذات معامل إصدار قليلة في الغلاف الخارجي (استعمال الألمنيوم المدهون من الخارج بالأبيض، ويترك مصقولاً من الداخل) وباستعمال أسطح ذات معامل انعكاس كبيرة على ظهر السقف. يمكن استعمال صفائح الألمنيوم مصقولة للفادة في كلا الحالتين (انظر (٧، ١، ٦).

ولما كانت تهوية فراغ السطح مفيدة في كلا الحالتين، فقد وجب الاهتمام بتصميم الفتحات في هذا الفراغ وتوجيهها صوب النسيم السائد. وإن كان هذا النسيم أسخن من الهواء المطلوب للراحة، (وهذا يجب حجزه من السطح نفسه)، فإن درجة حرارة السطح في الخارج والداخل تكون أعلى بكثير، من الهواء الخارجي، فيكون التخلص من بعض الحرارة الزائدة مجدياً.

إن فصل السطح عن السقف يعتبر الحل الطبيعي في المناخات الدافئة الرطبة (٧، ٢، ٥)، ولكن يندر استعماله في المناطق الحارة الجافة. أما إذا استعمل مثل هذا الحل لسبب ما، فيجب أن يكون السطح من مادة خفيفة والسقف من مادة كثيفة. ويوجه ميل السطح باتجاه النسيم السائد، ويجب تجنب أية حواجز قد تمنع تدفق الهواء إلى السطح الخارجي. إن استعمال تصويوة عالية مسطحة حول السطح، على سبيل المثال، يكون منطقة ساكنة من الهواء الساخن، ولذلك يحسن عدم إقامتها.

للمبنى التقليدي في معظم الصحارى حوائط من الطين أو الطوب أو الحجارة وأسقف من المواد نفسها، وعادة ما يكون مدعوماً ببضع قطع من الأخشاب، عندما لا يكون القبو مستعملاً (الشكل ١٤٧). إن الحوائط السمكية تعطي سعة حرارية جيدة، كما أنها تعطي الأمن والحماية ضد الازعاج. إن هذه المنشآت غالباً ما تكون حارة نوعاً ما في الليل، في الفصول الحارة الطويلة حيث تستعمل الأفنية والأسطح للنوم في الخارج.

٧، ١، ٨
المأوى التقليدي



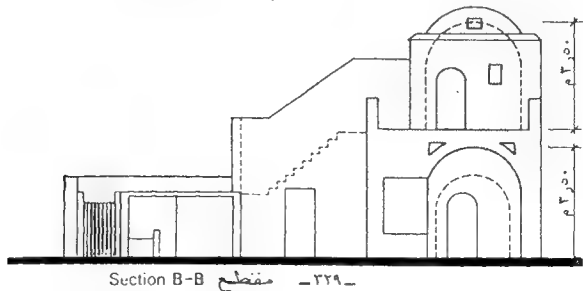
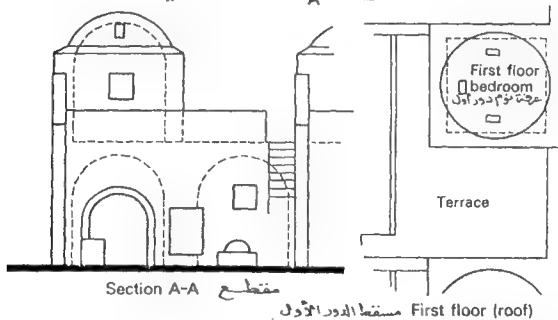
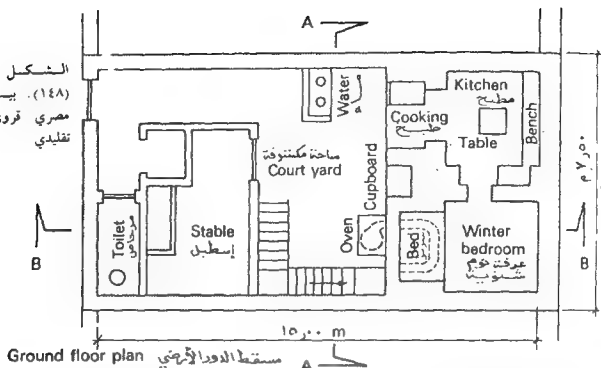
تبنى الغرف عادة حول فناء مركزي، يكون بارداً نسبياً كما أنه يحقق الخصوصية للنشاطات اليومية الخارجية للعائلة.

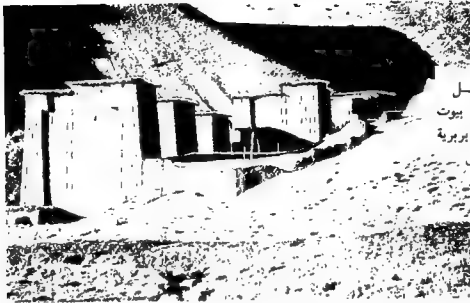
وتكون الفتحات والنوافذ والأبواب صغيرة الحجم قليلة العدد. وتكون النوافذ عادة في أعلى الحائط، تسمح بقليل من الحرارة والغبار، تقلل إبهار الأرض، ولكن التهوية عادة لا تكفي للتبريد الليلي ولا للأمور الصحية، بل قد تسبب خطراً على الصحة وتسبب انتشار الأوبئة من خلال المباني المترصة.

ويبين الشكل (١٤٨) بيتاً تقليدياً قروياً، يستعمل في المناطق الصحراوية سواء الريفية أو الحضرية. ويبين الشكل (١٤٩) مثلاً مشابهاً من مراکش، بينما يمثل الشكلان (١٥٠) و (١٥١) نماذج أحدث.

قليلاً ما تختلف هذه المناخات عن المناطق الصحراوية الحارة الجافة والاختلاف الرئيسي بينها هو الرطوبة العالية. إن الاختلاف في درجة الحرارة اليومية قليل وكذلك الحد الأقصى من درجات الحرارة. إنه أصعب المناخات من حيث تصميم المباني المناسبة (انظر ٦، ٣، ١).

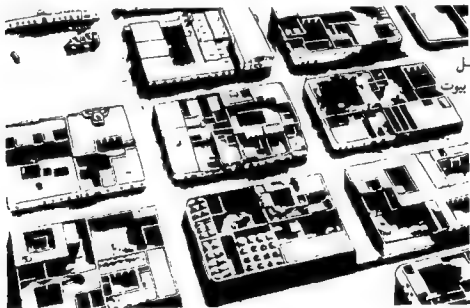
الشكل
(١٤٨). بيت
مصري قروي
تقليدي





الشكل
(١٤٩): بيوت
تقليدية يهودية
في مراکش

بيوت رخيصة التكاليف مبنية في مدينة توجورت - الجزائر (مقارنة بالموقع العام التقليدي شكل ١٤٣). المدينة القديمة ذات شوارع ضيقة ومظلة، اما الشوارع في توجورت فهي متسعة ومعرضة للشمس ومغبرة).



الشكل
(١٥٠): بيوت
رخيصة

إن استعمال انشاءات ذات سعة حرارية عالية (رغم أنها مازالت مجدية) لن تكون مؤثرة كما هي الحال في المناطق الحارة الجافة . ويمكن الانتفاع بالرياح الساحلية التي تهب من البحر في النهار في تحسين الظروف الحرارية . أما الرياح الليلية القادمة من الصحراء باتجاه البحر فانها تجلب معها الهواء الساخن الصحراوي والغبار وقد تكون مزعجة دون شك، ولذلك لا بد من التحصن دونها وربما كان الحل الوحيد هو عمل مساحات بديلة :

أ) احداها باستعمال حوائط وأسطح ذات سعة حرارية عالية للاستعمال الليلي، وخصوصاً في الفترة الباردة من السنة . وهذه يجب أن يكون لها فتحات تواجه الصحراء .

ب) وأخرى منشأة من مواد خفيفة، والسقف يستعمل لتحقيق الظلال فقط، وأحد اتجاهاتها تواجه البحر والجهة الأخرى مفتوحة تماماً . وهذه أفضل الحلول للاستعمال في النهار وخصوصاً في الفترات الحارة من السنة .

ويكون للرياح في مثل هذا المنسوخ أكبر الفائدة (انظر ١٢، ٣، ٤ والشكل ٨٥) .

٧, ٢ مأوى للمناخات الدافئة الرطبة

- ٧, ٢, ١ طبيعة المناخ
- ٧, ٢, ٢ الأهداف الوظيفية
- ٧, ٢, ٣ الشكل والتخطيط
- ٧, ٢, ٤ المساحات الخارجية
- ٧, ٢, ٥ الأسطح والجدران
- ٧, ٢, ٦ الفتحات وتدفق الهواء
- ٧, ٢, ٧ التهوية
- ٧, ٢, ٨ المأوى التقليدي
- ٧, ٢, ٩ المناخات الدافئة الرطبة الخاصة بالجزر

٧, ٢, ١
طبيعة المناخ

إن أبرز صفات هذا المناخ هي : الحرارة والأحوال الجوية المتلبدة واستمرار وجود الرطوبة . وتبقى درجات الحرارة عالية ما بين ٢١م° و ٣٢م° ، مع اختلاف قليل بين الليل والنهار . ونادراً ما تزيد عن درجة حرارة الجلد .

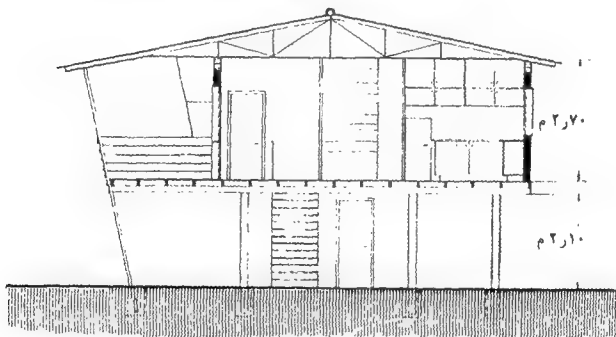
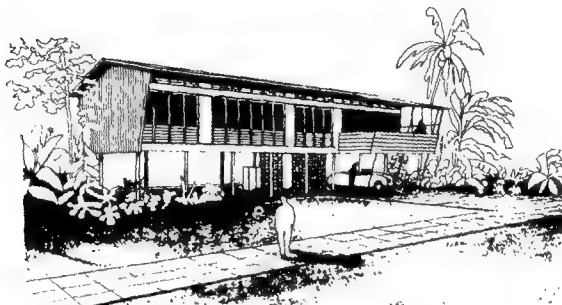
وتكون الرطوبة عالية في الفصول جميعها . وتقوم الغيوم وبخار الماء بترشيح أشعة الشمس المباشرة ، وتقللها ، وغالباً ما تشتت الأشعة ، ولكن الغيوم إلى جانب ذلك ، تمنع الاشعاع من الأرض في الليل . وتحتوي رطوبة الهواء على حرارة متوسطة والأمطار الشديدة محبة لنمو النباتات . إن الغطاء النباتي يقلل انعكاسات الأشعة ويقلل من كسب سطح الأرض للحرارة . وبشكل عام ، تكون الرياح ذات سرعة قليلة ، ومختلفة السرعة ، ولكها غالباً ما تكون ثابتة (انظر ١, ٣, ٣) .

٧٩٢, ٢
الأهداف
الوظيفية

بما أن درجة حرارة الهواء تكون باستمرار ، قريبة جداً من درجة حرارة الجلد ، فإن الفقد الحراري من الجسم إلى الهواء عن طريق الحمل يكون مهماً .

ولتحقيق الراحة الجسمية يجب أن يكون هنالك فقد حراري من الجسم

الشكل ١٥٢ : منزل لعائلة متوسطة في نورث رينوري - أستراليا (بيت لأحد موظفي الكمنولثي ، ١٩٥٣)



Section A-A مقطع A-A

إلى المحيط الخارجي ، بقدر الحرارة الناتجة من تفاعلات الجسم على الأقل . إن تبخر كمية قليلة من رطوبة الجسم ، في الهواء عالي الرطوبة ، يؤدي إلى إشباع الهواء المحيط بالجسم ، ويحد من التبخر الإضافي . ويمكن إزالة هذا الهواء المشبع المحيط بالجسم بواسطة حركة الهواء . ويمكن تحقيق بعض الراحة بتشجيع النسيم الخارجي ليس ليمر خلال المبنى وحسب ، ولكن ليمر حول سطح أجسام السكان أيضاً . وفي الحقيقة هذه هي الطريقة الوحيدة لتحسين الظروف الحرارية .

ونظراً لعدم وجود تبريد مناسب في الليل ، فإن درجة حرارة سطح الحائط والسطح تعمل على تعادل درجة الحرارة والمحافظة على درجة الحرارة الداخلية كدرجة حرارة الهواء . ويعزز هذا التعادل بتدفق الهواء الخارجي خلال المبنى .

شكل ١٥٢ منزل لعائلة متوسطة في نورثريتوري - أستراليا (بيت لأحد موظفي الكمنولث، ١٩٥٣) .

وبذلك ، يُعَدُّ فقدان حرارة الجسم بالأشعاع مهماً ، وتكون درجة حرارة السطح قريبة من درجة حرارة الجلد . على كل حال يجب أن يمنع كسب الحرارة بالأشعاع من الشمس والسماء .

وحيث أن حركة الهواء هي الطريقة الوحيدة الممكنة للراحة من اجهادات المناخ ، مما يجعلها جوهرية للراحة في الداخل ، فلا بد من فتح المبنى للنسيم ، ويجب توجيهه لاستقبال أية حركة للهواء . وإذا فشل المصمم في تحقيق ذلك فستنتج ظروف داخلية عادة ما تكون ادفاً من الساحات الخارجية المظلمة والمعرضة لحركة الهواء .

٧٠٢٠٣
الشكل
والتخطيط

وتكون المباني في مثل هذا المناخ مستطيلة الشكل في المسقط وذات مسقط حر ، وتكون الغرف على شكل صف واحد للساح بالتهوية المستعرضة (Cross-Ventilation) (الشكل ١٥٢) . ويمكن وضع مخارج لهذه الغرف من خلال عمرات أو برندات مظلمة . وتكون الغرف والشبابيك مفتوحة ، أو يجب أن تكون كذلك ، بقدر المستطاع ، لتسمح بحرية مرور الهواء . وتكون المباني متباعدة حيث تستمر المساقط الأفقية على شكل صف مستقيم مواجهة للرياح السائدة مبدية مقاومة قليلة لحركة الريح وهذا هو الحل المثالي .

وإذا وضعت صفوف المباني متتالية، فإن حركة الهواء خلال المباني الموجودة بعكس اتجاه الهواء، سوف تقل بشكل كبير. ويعمل الغطاء النباتي على وجود تدرج عميق مقارنة بالسطح المفتوح (انظر ١١، ٤، ١، والشكل ٢٥) أي تقييد حركة الهواء بالقرب من الأرض، ويكون من الضروري رفع البنية على ركائز، وبذلك تتجنب الهواء الساكن أو الحركة البطيئة للهواء على سطح الأرض، وتمسك بحركة الهواء ذي السرعة الكبيرة (الشكل ١٥٣). وتكون الأرض نفسها ذات درجة حرارة قريبة من درجة حرارة الهواء، وبذلك فإن توصيل الحرارة بعيداً عن المبنى إلى الأرض لن يكون ذا قيمة معتبرة على أية حال.

وعلى الرغم من أن شدة الإشعاع تكون في العادة، أقل منها في المناطق الحارة الجافة، فإنها تُعدُّ مصدراً مهماً للحرارة، ولذلك يجب منعها من الدخول إلى المبنى. وبما أن الإشعاع، في المناخات الحارة الجافة، غالباً ما تكون اتجاهية أو موجهة، فإن زوايا الظل يمكن أن تحسب بشكل دقيق، ولكن هنا يكون معظم الإشعاع منتشرًا، وقادماً من نصف كرة السماء جميعها، ولهذا يجب تزويد كاسرات الشمس بغطاء أكبر بحيث تحجب معظم السماء وليس مكان إسقاط الشمس فقط. وحيث أن الفتحات أوسع منها في المناخات الحارة الجافة، فإن عناصر الظلال يجب أن تكون أكبر بكثير في كلا البعدين. وتكون الخصائص البارزة في المباني هي الفتحات والتظليل.

إن لتظليل جميع الأسطح العمودية، والفتحات والحوائط المصمتة فائدة كبيرة. ويسهل تحقيق ذلك إذا كانت ارتفاعات المباني قليلة. ومن المعتاد أن يمتد السطح إلى أبعد من خطوط الحوائط، مع وجود رفاريف معلقة بعيداً لتعطي التظليل الضروري للفتحات وأسطح الحوائط. ويكون أفضل وضع بالنسبة للكسب الحراري الشمسي، هو توجيه المباني بحيث تكون المحاور الطويلة باتجاه الشرق - الغرب. وربما يحدث ذلك تضارباً مع متطلب اتجاه الرياح. يجب أن يخضع هذا التضارب إلى التحاليل التفصيلية إلى كل حالة خاصة، حيث لا توجد قاعدة عامة لذلك. ويجب التذكر، على كل حال، أنه لا يمكن تغيير جغرافية الشمس، ولكن باستعمال عناصر خارجية مبنية للخارج بمهارة، مثل حوائط مخرمة أو حتى إسقاط جناح المبنى، يؤدي إلى تغيير حركة الهواء.

وفي حالة المباني قليلة الارتفاع، وحيث الحوائط لا تأخذ إشعاعاً كبيراً، فإننا ننصح بالتوجيه قبالة الهواء. أما في المباني العالية فإنه يحدث عكس ذلك، ويكون تجنب الشمس هو العامل الحاسم.

إن الأسس المطبقة في تصميم الساحات الخارجية هي نفسها الأسس المطبقة في تصميم المباني حيث يكون التظليل وحرية مرور حركة الهواء هما المتطلبان الأساسيان.

٧،٢،٤
الساحات
الخارجية

ويمكن الاعتماد على الأشجار والنباتات كعناصر تظليل حيث، تكون النباتات دائمة الخضرة. ونادراً ما يكون الانشاء المقام لتظليل فراغ مفتوحاً، ولكن التعريشات (البرجولات) والهياكل الخفيفة التي تغطي بالنباتات المتسلقة يمكن أن توفر بتكلفة رخيصة ويمكن أن تكون مؤثرة جداً. ويمكن أن تكون المساحات تحت المباني المرفوعة على أعمدة مساحات مظلمة خارجية. ويظل توفير الخصوصية والممرات التي تسمح بمرور الهواء صعباً حتى ابتكرت الأنظمة المختلفة من الأسوار والحوائط الساترة، حيث تحول دون الرؤية المباشرة وتسمح بدخول النسيم. ويمثل معظم هذه العناصر شرائح من ألواح الخشب (Louvers) أو بعض الترتيب الذي يكتنف الألواح أو الستائر. ولسوء الحظ، فإن معظم هذه الترتيبات تقلل من سرعة الرياح بشكل كبير.

إن كثافة المستعمرات في المناطق الدافئة الرطبة عادة تكون أقل منها في المناخات الحارة الجافة وذلك:

١. للسماح بحرية الحركة للهواء خلال المباني وخلال المساحات بين المباني.

٢. لتحقيق الخصوصية نتيجة التباعد، حيث يصعب استخدام الحوائط والسواتر لهذا الغرض (إذ إنها تمنع حركة الهواء).

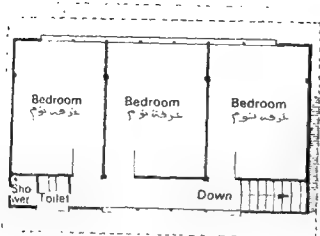
٣. حدوث عدة نشاطات في الخارج.

الشكل ١٥٣: بيت رخيص التكليف في غانا

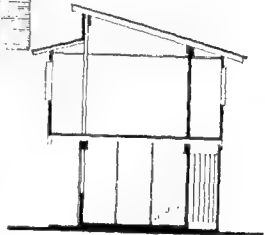
بما أن درجة حرارة الهواء الخارجي تظل ثابتة تقريباً في الليل والنهار، فإن المبنى لا يبرد إلى حد كافٍ في الليل للسماح بتخزين الحرارة في النهار. وإن مبدأ

٧،٢،٥
الحوائط
والأسطح

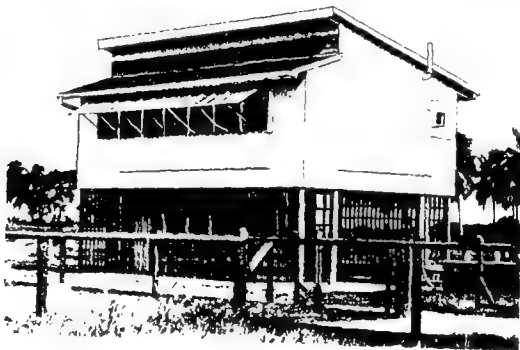
منزل رخيص التكاليف حديث بغانا



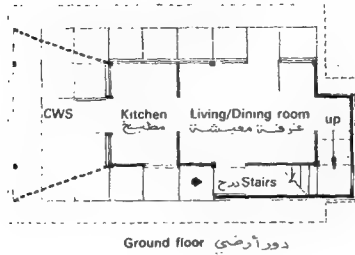
دور علوي



مقطع



الشكل (١٥٣): بيت رخيص التكاليف في غانا



التخزين الحراري لا يعتمد عليه في هذا المناخ. ولهذا يتصح بتشييد المباني من مواد ذات سعة حرارية قليلة، وباستعمال إنشاء مكون من مواد خفيفة.

ويفتح المبنى لحركة الهواء وللظروف الخارجية، فيقل تأثير الانشاء على الظروف الداخلية. ويكون السطح بوجه خاص العنصر الوحيد المهم. إنه لن يحسن الظروف، أي أنه لن يتبع درجة حرارة داخلية أبعد من درجة الحرارة الخارجية، ولكنه على الأقل، إذا صمم بشكل جيد، فإنه يمنع زيادة درجة الحرارة الداخلية عن درجة الحرارة الخارجية. ويحافظ على درجة حرارة السقف حول معدل درجة حرارة الأسطح الأخرى.

ويمكن تحقيق ذلك باستعمال الأسطح الخارجية عاكسة، والانشاء المزدوج للأسقف مع وجود فراغ مهوى بين السقفين، وسقف له سطح خارجي ذو معامل انعكاس عال، مع وجود مواد عازلة ذات مقاومة عالية. على أن يكون للسقف والسطح سعة حرارية قليلة. فيستعمل السقف المائل، ويكون مغلف بصاج مموج، أو من الاسبست أو الألمنيوم المصقول. إن هذا السقف وحده يخلق ظروفاً داخلية لا تتحمل، حيث تصل درجة حرارة السطح الى 31°C أعلى من درجة حرارة الهواء.

وقد اقترح [٩٧] كأداء قياسي، إن درجة حرارة السقف يجب أن لا تزيد عن درجة حرارة الهواء بمقدار ٤°م. ويمكن تحقيق ذلك باستعمال نوع من الأسقف المكونة من ألواح عازلة ذات قيمة U قريبة بـ ١,٥ واط/م^٢ درجة م (قيمة U للسطح والسقف معاً بحدود ٨,٠ واط/م^٢ درجة م).

ولكن لسوء الحظ، إن مثل هذه الكمية من العزل ما زالت باهظة التكاليف، مما يزيد من تكلفة المباني رخيصة التكاليف. ومع ذلك، فإن أرخص أنواع الأسقف تحسّن من عزل المبنى بشكل جذري. وقد سجل [٩٨] في بيتين متطابقين مغطيين بصفائح مموجة من الاسيست السمني واختلاف في درجة الحرارة مقداره ١٤°م: في إحدى هذه الحالات قيست درجة حرارة مقدارها ٤٨°م تحت سطح من صفائح الاسيست الإسمني حيث لا يوجد سقف، وكانت درجة الحرارة ٣٤°م مع وجود سقف من ورق مقوى (موضوع على وجهه العلوي صفائح الألمنيوم) ممتدة فوق جسور الربط للجملونات السقف (كانت درجة الحرارة الهواء الخارجي ٢٢°م).

٧,٢,٦
الفتحات وتدفع الهواء
الهواء

يجب وضع الفتحات في مكان يناسب علاقتها باتجاه النسيم السائد، للساح بتدفع الهواء الطبيعي خلال الفراغ الداخلي على مستوى جسم الانسان، أي منطقة المعيشة (حتى ارتفاع ٢م). يجب أن تكون هذه الفتحات متسعة ومفتوحة بكاملها، فلا فائدة في كونها ذات فتحات زجاجية مغلقة.

ويمكن أن يتأثر تدفق الهواء بالمظاهر الطبوغرافية، وتوجيه المبنى ومواقع المباني المجاورة وحواجز أخرى. ويجب اعتبار كل هذه الأمور بعناية، إذ يجب أن تكون الفتحات غير خاضعة لتأثير الحواجز الخارجية. ويجب أن لا يمر الهواء فوق أسطح حارة (مثل الاسفلت) قبل وصوله للمبنى.

إن من أهم الصعوبات التي يجب على المصمم حلها، وهي تزويد المبنى بفتحات واسعة، مع تأمين حماية من المطر المباشرة، والحشرات والروائح والازعاج، دون تقليل حركة الهواء بشكل جذري، وقد نوقشت بعض الحلول الممكنة لهذه المعضلة في الأجزاء ١٠، ٣، ٤ إلى ١٤.

ويمكن استعمال مراوح مثبتة بالسقف وغيرها من المراوح عندما نتعمد

التهوية ولا تكون حركة الرياح نشطة، ولكن هذه الوسائل سوف تعمل على تحريك الهواء فقط (وبالتالي تساعد على التبريد بالتبخير)، ولا تساعد على تبادل الهواء.

وتعتبر التهوية (تبادل الهواء) ضرورية. وبدون تبديل الرياح فإن درجة الحرارة والرطوبة لهواء الغرفة سوف يزداد فوق قيم الهواء الخارجي، نتيجة للحرارة والرطوبة الخارجة من أجسام الناس وللنشاطات المختلفة (مثل الغسيل والطبخ). ولذلك فإن هناك حاجة في هذا المناخ لتبديل الهواء دورياً (التهوية وحركة الهواء بشكل معقول خلال سطح الجسم).

٧،٢،٦
لتهوية

والتهوية ضرورية أيضاً للفراغ بين السقف والسطح، ويجب توفير فتحات كافية لهذا الهدف. ويمكن أن يسبب تهوية هذا الفراغ انخفاض درجة الحرارة إلى ٢م°، دون تغير طبيعة الانشاء [٩٩]. ويجب أخذ الحطة لمنع الهواء الذي يمر خلال هذا الفراغ من الوصول إلى منطقة المعيشة (مثل طرده إلى البرنذة) حيث يكون أسخن من الهواء الخارجي العادي.

هنالك نوعان من المباني التقليدية وجدت في المناخات الدافئة الرطبة. حيث يكون الخشب نادراً فإن المبنى النمطي يكون من دور واحد، من حوائط من الطين، والسقف من جسور خشبية، من النخيل أو الخيزران، مغطاة بالقش. ويظل الحوائط أفاير بارزة للخارج. ومن عيوب هذا المأوى، أولها قلة وجود حركة هواء (أو عدم وجود) داخل المبنى مما يخلق ظروفاً لا تطاق: وثانيها: أن السور أو الحائط أو كلاهما يحولان دون تحقيق أي فائدة من التبريد ولو بسيطة. ويؤدي المطر الغزير إلى تآكل أساس وسطح الحوائط الطينية، ولذلك فإن الصيانة الدورية تعتبر أساسية. ويؤدي عدم تهوية الفراغات الداخلية إلى وجود الرطوبة الدائمة.

٧،٢،٨
المأوى التقليدي

وفي المناطق التي يوجد بها أخشاب أو تلك التي لا تكون فيها مواد الأرض كالطين مناسبة للبناء فإن المأوى التقليدي عادة ما يرفع على أعمدة أو ركائز ويبنى من الخشب المحلي أو هياكل من الخيزران مغطاة بحصير منسوج (من الخيزران أو البوص) وتكون الحوائط من الخشب أو الخيزران، وكذلك الأرضيات والأبواب والأباجورات. وتغطي الخيزران أو الخشب طبقة أو عدة

منزل قروي بمالي الشكل
(١٥٤)



طبقات من القش يكون لها مظلات معلقة أو رفاريف كبيرة (الشكل ١٥٤ و ١٥٥).

إن المنشأ المبني من الخشب الخفيف يحتفظ بقليل من الحرارة ويرد بها فيه الكفاية في الليل. إن المبنى المرفوع يكون أكثر أماناً وتكون تهويته أفضل من المأوى المكون من دور واحد. إن سقف القش يعتبر عازلاً حرارياً جيداً، على الرغم من أنه لن يكون عازلاً من الرطوبة في بداية انشائه. وتظلل المظلات والرفاريف البارزة الحوائط والفتحات، وتعمل على حمايتها من الأمطار وأهباء السماء وتسمح بالمحافظة على فتح النوافذ في معظم الوقت. هنالك عيب واحد في هذا الانشاء وهو أن سقف القش يعتبر مكاناً آمناً لنمو الحشرات، ويعتبر الخشب وحصائر الخضروات طعاماً ومراً سهلاً للنمل الأبيض.

إن كلا البيتين التقليديين يؤديان وظيفتهما في المناطق الريفية بشكل مقبول، حيث تتوافر المواد واليد العاملة لصنعهما وصيانتها. ولكن في المناطق الكثيفة، مثل المدن، فانه حتى النوع الثاني (المعمول من الأخشاب) يفقد

مميزاته المناخية ويسبب سقف القش خطراً متواصلاً لاشتعال النار. وإنه من الصعوبة استخدام أي من النوعين في المدن.

وهنالك أنواع من المناخ الدافئ الرطب - وهو أفضل بقليل من المناخ السابق. تكون درجة الحرارة أقل قليلاً، ولكن تكون هنالك رياح مستمرة سرعتها تتراوح ما بين ٦ - ٧ م/ث، وغالباً ما تكون ثابتة الاتجاه للاعتماد عليها في التبريد. إن التوجيه وطريقة انشاء المبنى ليحصل على أكبر كمية من حركة الهواء يكونان حقيقة ملحة أكثر منه في المناخ الدافئ الرطب.

إن معظم هذه الجزر واقعة في حزام الأعاصير المداري. ولذلك يجب أن تكون المنشآت وطريقة الانشاء مصممة لتحمل الرياح الشديدة السرعات التي تصل سرعتها إلى ٧٠ م/ث (١٥٠ ميل / ساعة أو قوة مقدارها ١٢).

الشكل ١٥٥: مباني في بحر في تايلند



٧,٣ مأوى للمناخ المركب

٧,٣,١	طبيعة المناخ
٧,٣,٢	الأهداف الوظيفية
٧,٣,٣	معايير التصميم
٧,٣,٤	دليل عدم الراحة
٧,٣,٥	الشكل والتخطيط
٧,٣,٦	الساحات الخارجية
٧,٣,٧	الأسطح والجدران
٧,٣,٨	معالجة السطح
٧,٣,٩	الفتحات
٧,٣,١٠	التهوية والتكثيف
٧,٣,١١	المأوى التقليدي

إن المناخات المركبة أو الموسمية، ليست حارة جافة دائماً وليست دافئة رطبة. وتتغير خواصها من فصل لآخر، على الرغم من وجود فترات قصيرة، بين الفترة الحارة الطويلة الجافة، وينزل المطر مركزاً وتكون الرطوبة عالية. هنالك اختلاف معتبر في درجات الحرارة والرطوبة والرياح والسماء وظروف الأرض يمكن ملاحظته بسهولة بمقارنته بوصف المناخات الدافئة الرطبة والحارة الجافة. (انظر ٧,٣,١).

٧,٣,١
طبيعة المناخ

وفي مناطق متعددة هنالك فصل ثالث، حيث يكون النهار جافاً مشمساً والليل بارداً غير مريح، وهذا ما يشار إليه بفصل الشتاء.

إن الأهداف الوظيفية (فسيولوجية) التي وضعت للمناخ الحار الجاف والمناخ الدافئ الرطب يمكن أن تعتمد لهذا المناخ. هنالك معضلات إضافية ناتجة من الفصل الثالث حيث تكون درجة الحرارة المؤثرة، في هذا الفصل البارد، أقل بكثير من مثيلاتها في الفصلين الدافئين، وتعتمد الراحة الجسمية على منع فقدان الحرارة من الجسم، وخصوصاً في أثناء الليل. أما في الفصول

٧,٣,٢
الأهداف
الوظيفية

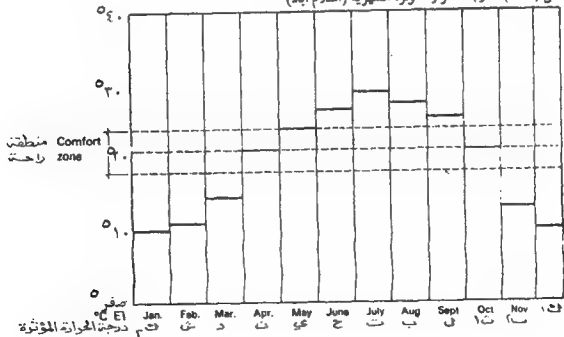
الدافئة فان تبديد الحرارة لا يكون كافياً، وعلى المصمم محاولة زيادة ذلك بقدر المستطاع، ولكن، في الفصل البارد، يمكن أن تكون زائدة، بحيث تسبب إحساساً بعدم الراحة - ولذلك يجب اتخاذ المعايير من أجل الاحتفاظ بالحرارة.

ويزداد الأمر سوءاً في الحقيقة، لأن الناس تتأقلم في الفصل الدافئ مع درجات الحرارة العالية، مما يقلل احتمالهم للظروف الباردة.

٧,٣,٣
معايير التصميم
إن المناخات ذات الفصول المتغيرة تجعل مهمة المصمم صعبة. فقد يكون الحل المناسب لفصل ما غير مناسب لفصل آخر. إن معايير التصميم الحرارية الموصى بها في المناخات الحارة الجافة قابلة للتطبيق ليس فقط في الفصول الحارة الجافة، من المناخ المركب، ولكن أيضاً في الفصول الباردة إلا في بعض التفاصيل الدقيقة. وفي الفصل الموسمي أو الماطر، يجب تصميم المباني تبعاً لمعايير المناخ الدافئ، الرطب، الذي يتطلب حلولاً مختلفة تماماً.

ويمكن أن تقدم مظاهر انشائية كثيرة على حد سواء وفي جميع الفصول بكفاءة كبيرة. وتظهر العضلات من تضارب المتطلبات غير المنسجمة. ولتطوير معايير تصميم مثالية مناسبة للمناخات المركبة بشكل كلي، فانه من الضروري صنع بعض الموازين موضعاً عليها جدولاً للأولويات. وقد يعتمد نظام هذه الأوزان على أطوال الفصول المختلفة وعلى نسبة قسوة تلك الظروف ومدى علاقتها بالحياة المنتظمة. إن هذه الطريقة التي طورت يمكن أن توضح من خلال مثال

الشكل (١٥٦): درجة الحرارة المؤثرة الشهرية (اسلام اباد)



٧.٣.٤ يبين الشكل (١٥٦) درجة الحرارة المؤثرة المتوسطة الشهرية لمدينة
 دليل عدم اسلام اباد ومبين عليه أيضاً منطقة الراحة، حيث خطها المحوري هو ٢١°م.
 الراحة المسافة بين خط المحاور وبين منحني درجة الحرارة المؤثرة تعطي مستوى عدم
 الراحة لكل شهر كاشارة سالبة أو موجبة من الدرجات المثوية. ويضرب
 مستوى عدم الراحة في المدة الزمنية لتلك الظروف لتعطي دليل عدم الراحة.
 ويمكن أن تقرأ المقادير التالية في مدينة اسلام اباد.

النسبة المئوية	الدليل	المدة	مستوى عدم الراحة	الشهر	الفصل
-------------------	--------	-------	---------------------	-------	-------

	٣	١ شهر	+٣°م	أيار	الحار الجاف
	٥,٥	١	+٥,٥	حزيران	
١٣,٥	٨,٥ (+)		المجموع الفصلي		

النسبة المئوية	الدليل	المدة	مستوى عدم الراحة	الشهر	الفصل
-------------------	--------	-------	---------------------	-------	-------

	٨	١	+٨°م	تموز	الدافئ الرطب
	٦,٥	١	+٦,٥	آب	
	٢,٢٥	٠,٥	+٤,٥	أيلول	
٢٦,٥	١٦,٧٥ (+)		المجموع الفصلي		

	٢,٤	٠,٣	-٨°م	ت ٢	البارد الجاف
	١١	١	-١١	ك ١	
	١١	١	-١١	ك ٢	
	١٠	١	-١٠	شباط	
	٣,٢٥	٠,٥	-٦,٥	آذار	
٦٠	٣٧,٦٥ (-)		المجموع الفصلي		

٤٠ مجموع الفصول الحارة (حار جاف + دافئ رطب)
 ٧٣,٥ مجموع الفصول الجافة (حار جاف + بارد جاف)
 -٣٤٧-

وتبين النتيجة اذا أخذت على انفراد، أن الفصل البارد هو الأهم في التصميم الحراري . إنه أهم من الفصلين الحارين معاً، وعلى كل حال، حين تكون حلول التصميم مشابهة للمناخات الحارة الجافة والباردة الجافة، فإن سيطرته المسبقة على الفصل الدافئ الرطب تكون أوضح.

وبالاعتماد على هذه التحاليل يمكن تكوين مقاييس تصميمية للمناخ المركب.

إن للبيوت المجمعة تجميعاً متوسطاً للدخل ميزات على طوال السنة. المباني ذات الساحات الداخلية مناسبة تماماً. ويجب تجميع المباني بطريقة تسمح بالاستفادة من النسيم السائد في الفترة القصيرة عندما تكون حركة الهواء ضرورية. إن الكثافة المتوسطة، والمباني قليلة الارتفاع مناسبة لهذه المناخات حيث تؤكد الحماية للساحات الخارجية، والظلال المتبادلة للحوائط الخارجية، والحماية من الهواء في الفصل البارد، والحماية من الغبار وتقليل تعرض الأسطح لأشعة الشمس.

٧,٣,٥
الشكل
والتخطيط

وتُعَدُّ المباني ذات الغرف المخصصة للاستعمال ليلاً والغرف الخاصة للاستعمال نهاراً، التي اقترحت للمناطق الحارة الجافة، صالحة للاستعمال في المناخات المركبة، ما عدا أنها سوف تستعمل في الشهور الأكثر حرارة. إن تظليل الجدران مرغوب فيه، ولكنه ليس أمراً حرجاً. إن استعمال السقف المزدوج غير وارد هنا، إلا إذا كان السطح ذا معامل انتقال حراري ضعيف وذا سعة حرارية جيدة. إن الحمل الحراري للأسطح في الفصلين الحار الجاف والبارد ينخفض بانتقال الأشعة إلى السماء الصافية. ومهما يكن من أمر فإن الفتحات الخارجية، بحاجة إلى تظليل في الفترات الحارة الدافئة.

وتحتاج الساحات الخارجية المعدة للمعيشة (الأفنية مثلاً) إلى مظلات بارزة وبرندات، في أثناء الفصل الدافئ والرطب، وذلك لتقليل أبهار السماء وأبعاد الأمطار والتظليل، ويمكنها أيضاً أن تكون نافعة في الفصول الجافة. إن لكاسرات الشمس والأباجورات وغيرها مما يستعمل لحماية الفتحات في الفترة الحارة الجافة، ميزات وفوائد في الفصل الماطر، الأمر الذي ينفع في حماية الفتحة من الأمطار والرذاذ المحمول من الرياح. ويفضل هذه

٧,٣,٦
الساحات
الخارجية

النبائط أو الكاسرات أن تكون ذات سعة حرارية قليلة. أما في الفصل البارد، عندما يكون الكسب الحراري مرغوباً فيه، فإن جميع عناصر الظلال تصبح مرغوباً عنها.

وفي الفصول الجافة تكون حماية الحدائق الطبيعية حول المبنى ضرورية وذلك برفع حوائط من حولها لحمايتها من الغبار والرياح الحارة رغم أن هذه الحوائط ليست ذات فوائد كبيرة في الفصل الرطب.

ويساعد تساقط الأمطار الكثيفة في المحافظة على بقاء الاخضرار حول المباني، مما يؤدي إلى تقليل الغبار. ويعتبر الفناء (Courtyard) أفضل ساحة خارجية طوال العام، لأنها تمنع الرياح وتصطاد الشمس. ويجب تصميمها بطريقة تسمح بدخول الشمس في أشهر الشتاء، ولكنها تنفع في التظليل في الفصل الحار. وتكون الأشجار متساقطة الأوراق مفيدة في هذا المجال. يمكن للفناءات أن تغطي بعريشة (برجولة) مغطاة بأشجار متساقطة الأوراق. إن هذه الأشجار تلقي بالظلال في الفصل الحار ولكنها تسمح للشمس بالدخول في الشتاء. إن المبنى الموضح في الشكل ١٥٧ ذو ساحات خارجية مختلفة، بعضها مغطى وبعضها الآخر مفتوح.

إن احتفاظ الحوائط بدرجة حرارة قليلة في اثناء الليل مرغوب فيه في الفصل الحار الجاف فقط ولكن الخواص الحرارية نفسها ستكون مفيدة في الفصل البارد لحجز حرارة النهار إلى الليالي الباردة غير المريحة.

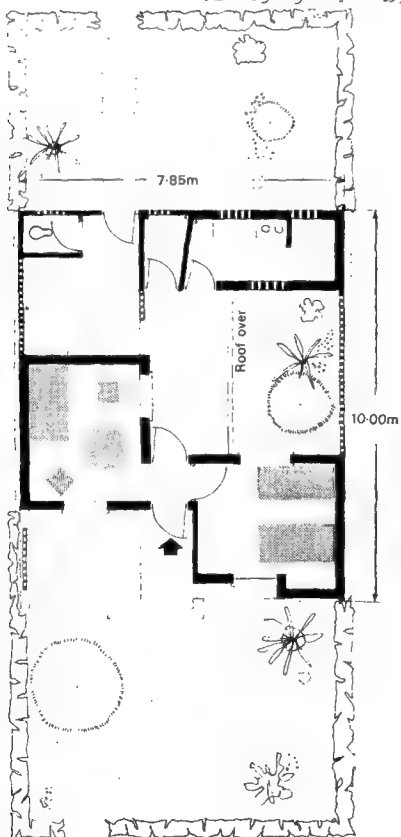
٧,٣,٧

الأسطح

والحوائط

ولذلك يجب إنشاء الأسطح والحوائط الخارجية من الحجر أو الطوب المصمت أو الخرسانة، حيث يجب أن يكون التخلف الزمني (Time-lag) في انتقال الحرارة ما بين ٩-١٢ ساعة. وإن للسعة الحرارية فوائد جمة في الفصلين البارد والحار. أما في الفصل الدافئ الرطب، فانه يفضل أن يكون الحائط والسقف بسعة حرارة قليلة. ولا تكون السعة الحرارية الكبيرة عديمة الفائدة، ما لم تعق حركة الهواء. ويكون أفضل ترتيب لذلك إذا كانت السعة الحرارية للأرضيات الكتلية، والقسامات والسقف، تسمح بفتح النوافذ المتسعة في الحوائط الخارجية.

ويجب وضع المواد العازلة المقاومة على الأسطح الخارجية للحوائط
والسقف. لأنها إذا وضعت على الأسطح الداخلية تقلل جدوى السعة
الحرارية العالية للحوائط والأسقف.



الشكل ١٥٧ : بيت حديث في شمال الهند

إن ميزة المباني ذات الارتفاع المنخفض هي الاتصال الكبير للحوائط بالأرض، حيث تصبح الأرض مخزناً حرارياً.

٧,٣,٨ معالجة الأسطح
من القواعد الأساسية أن تمنع الحرارة من التسرب إلى الأسطح الخارجية للحوائط والسقف. ويجب أن تكون الأسطح المعرضة للشمس ذات ألوان فاتحة أو معدناً لامعاً مصقولاً، وذلك طوال الفصلين الحار والدافئ.

أما في الفصل البارد، فإن حرارة الشمس ضرورية لتحسين الراحة الداخلية، ولذلك فلا بد من وجود أسطح ماصة في الأماكن المظللة وأسطح مناسبة للفصول الحارة، يمكن ابتكار أسطح مختلفة، ولكن جغرافية الشمس تتحكم في ذلك.

مثال : في المنطقة المدارية الشالية على مدار السرطان، تصل الشمس إلى الحوائط التي تواجه الجنوب للبرندات في المدة ما بين تشرين الأول وشباط، ولذلك، يجب أن تعمل من مواد عالية الامتصاص (للحرارة). وفي بعض هذه المواقع (حيث تكون العمالة رخيصة) يمكن طلاء الأسطح باللون الأبيض في بداية الفصل الدافئ وإعادة طلائها باللون الأسود قبل حلول الفصل البارد.

٧,٣,٩ الفتحاح
إن توجيه الفتحاح يحدده عاملان :
١. اتجاه النسيم السائد في الفصل الدافئ الرطب، للانتفاع بتأثيره البارد.
٢. اتجاه الشمس في الفصل البارد، للانتفاع بالتأثير الحراري الناتج من دخول الأشعة خلال النوافذ.

وإذا كان المعاملان يؤديان إلى حلين متناقضين، فإن دليل الراحة (٧,٣,٤) يمكن أن يساعد في اتخاذ القرار النهائي.

إن النوافذ الواسعة في الحوائط المتعاكسة تُعدُّ مناسبة، ويفضل تزويدها بأباجورات مصممة، ويمكن أن تفتح عندما تكون التهوية العرضية ضرورية، في أثناء الفصل الدافئ الرطب، أو في التبريد المسائي في الفصل الحار الجاف. ويجب ألا تزيد مساحة هذه الفتحاح، عن مساحة الحائط المصممة في الواجهة

نفسها. (أي : الحوائط التي تواجه الريح والتي تقابلها). وفي الحوائط المجاورة، يجب أن لا تزيد مساحة الشبابيك (ان وجدت) عن أكثر من ٢٥٪ من المساحة الكلية.

٧, ٣, ١٠
التهوية
والتكثيف

بما أن المباني يتكرر قفلها لفترات طويلة، فإن متطلبات التهوية يجب استيفاؤها خلال الفصل الحار الجاف من خلال تموين خاص (انظر ٤, ٣, ٤، ١٦, ٤, ٣, ٨٥). ويمكن عمل فتحتين صغيرتين، إحداهما على مستوى عالٍ والأخرى على مستوى منخفض، أو عمل مداخن تهوية لحل هذه المعضلة. فعندما يسخن الهواء الداخلي أكثر من الهواء الخارجي، في الفصل البارد، فإن الهواء يتدفق خلالها عالياً. ويحدث العكس عندما تكون درجة حرارة الخارج أعلى منها في الداخل، مثل ما يحدث في النهار في الفصل الحار الجاف. يبين شكل (١٥٨) بعض مداخن التهوية التي تعمل كملاقف الهواء أيضاً.

وفي بعض المناسبات، في فترات الانتقال (أي من فصل الى آخر) يمكن أن يحدث التكثيف عندما يجتمع عاملان:

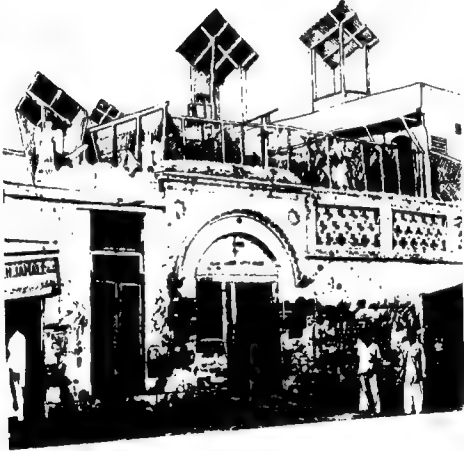
١. عندما تكون الرطوبة النسبية للهواء عالية.
 ٢. عندما تكون أسطح الحوائط أو السقف باردة بحيث تكفي لتبريد طبقة الهواء الملاصقة إلى ما دون درجة الندى.
- نادراً ما تحدث مثل هذه الظروف كلما اقتربت نهاية الفصل الماطر، عندما يكون محتوى رطوبة الهواء ما يزال مرتفعاً وعندما تنخفض درجة الحرارة في الليل فجأة. ويحتمل حدوث هذه الظاهرة بنسبة أكبر في بداية الفصل الماطر عندما يبرد الليل البارد الإنشاء، ويتبع ذلك تدفق مفاجيء للهواء الدافئ الرطب. وتحدث بشكل خاص في العناصر ذات السعة الحرارية العالية التي تحافظ على درجة حرارة منخفضة لمدة طويلة، وبذلك فإن أسطحها يمكن أن تغطي بالبخار المتكثف.

وحيث أنه لا خطورة من الجليد، وأن ظروف المناخ التي تحدث التكثيف تستمر لسدة قصيرة، فلا خوف على الإنشاء من التلف. وبعكس طرق الحماية المتبعة في المناخات الباردة، فإن أفضل حماية في المدارين تكون

باستعمال مواد مسامية ماصة للرطوبة (مثل دهان ضد الرطوبة)، الذي يعمل كمصدر يمتص الرطوبة عندما يحدث التكثيف ويطلقها حالما يكون الهواء جافاً الى درجة كافية .

مناخ صحراوي ساحلي ذو فترة موسمية قصيرة وبذلك يمكن اعتباره مناخاً مركباً

الشكل (١٥٨) : ملاقف الهواء في حيدر آباد



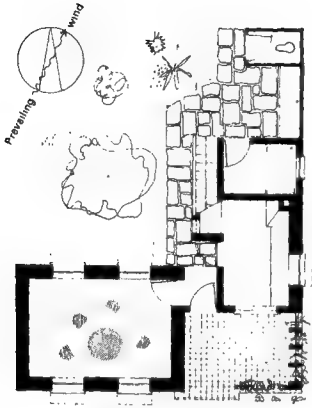
الشكل (١٥٩): بيت قروي في النجاف



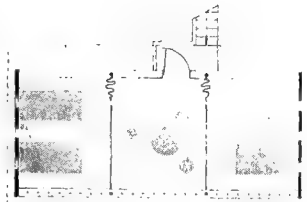
تعتمد خصائص البيوت التقليدية في المناخ المركب في أي منطقة معينة على الظروف النسبية السائدة في أثناء السنة، كالحرارة والجفاف أو الدفء والرطوبة، (الشكل ١٥٩). تُعَدُّ البيت المعمول من الطين ذو الحوائط الكتلية (طين أو حجارة أو طوب) حلاً معتاداً في هذه المناخات، وبه فتحات متسعة ذات أباجورات، وهي موزعة حول أفنية (Courtyards)، وإذا وُجد طابق آخر فهو منشأ من مواد خفيفة. ويرد هذا الطراز من البيوت سريعاً في أثناء الليل، ويهيء ظروفاً مريحة تماماً للنوم في الفترات الحارة من السنة وفي مثل هذا البيت المهجين يتقل مركز حياة العائلة بتغير فصول السنة (الشكل ١٦٠).

٧.٣.١١
المأوى التقليدي

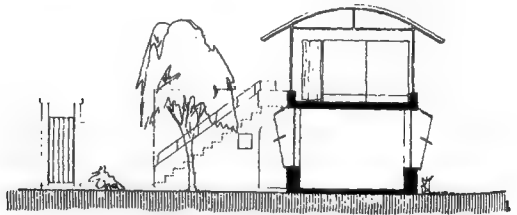
الشكل (١٦٠): منزل رخيص التكاليف يقف مختلفة لليل، والنهار



Day room - ground floor
غرفة يومية - دور أرضي



Night rooms - first floor
غرف ليلية - دور أول



٧, ٤ مأوى للمناخات المدارية المرتفعة

- ٧, ٤, ١ طبيعة المناخ
- ٧, ٤, ٢ الأهداف الوظيفية
- ٧, ٤, ٣ الشكل والتخطيط
- ٧, ٤, ٤ الساحات الخارجية
- ٧, ٤, ٥ الأسطح والجدران
- ٧, ٤, ٦ معالجة الأسطح
- ٧, ٤, ٧ الفتحات
- ٧, ٤, ٨ المأوى التقليدي

يشبه هذا المناخ في كثير من جوانبه المناخ المركب أو الموسمي ، بفصوله الماطرة المميزة . حيث تسوده أشعة الشمس القوية ، ودرجة حرارة الهواء وفي حالات كثيرة تتراوح ما بين معتدلة وباردة . ونادراً ما تصل درجة حرارة الهواء إلى ٣٠°م حتى في الأوقات الدافئة من السنة ، ولكن التغير اليومي في درجات الحرارة يمكن أن يصل إلى ٢٠°م . وهناك انخفاض ملموس في درجة حرارة المناخات المرتفعة كلما ابتعدنا عن المدار . وتكون الرطوبة مرتفعة وحركة الرياح ثابتة ، تقريباً ولا تكون شديدة الهبوب .

٧, ٤, ١
طبيعة المناخ

ولما كانت درجة حرارة الهواء نادراً (إذا حدثت) ما ترتفع عن حدود الراحة ، فان سبب الحرارة الزائدة يكون أشعة الشمس فقط ، وذلك عندما تسطع مباشرة على الجسم أو بتسخينها لغلاف المبنى . وتكون المساحات المزججة الزائدة مصدراً للحرارة الزائدة .

٧, ٤, ٢
الأهداف
الوظيفية

وتتم الحماية من هذه الحرارة الزائدة بالطرق التالية :

- ١ . توفير وسائل التظليل الكافية ، للنوافذ والمساحات المعدة للنشاطات الخارجية .
- ٢ . بالحد من الحرارة التي تدخل المباني في الساعات التي تسطع فيها الشمس (العزل والقصور الحراري والألوان العاكسة) .

٣. وإذا ارتفعت درجة حرارة المبنى ، أمكن تقليل ذلك بتزويد المبنى بالتهوية الكافية (تغير الهواء فقط للتبريد بالحمل وحركة هواء معقولة ، أو بمعنى آخر، تبريد فسيولوجي غير ضروري).

وقد تحدث البرودة التي تسبب عدم الراحة ليلاً ، حتى في الفصل الدافئ. إن ملابس الناس تختلف بين النهار والليل. ويمكن تحصين المبنى ضد برودة الليل. بما يلي :

- أ) عمل محيط داخلي مقفل (أو قابل للقفل)
- ب) تخزين بعض حرارة الكسب من أشعة الشمس ، لاعادة إشعاعها أو نشرها في الليل في الفترة الباردة.
- جـ) إذا فشلت الطريقتان السابقتان في تحقيق الراحة الحرارية ، فإنه يمكن تزويد المبنى بكمية من الحرارة.

يجب أن يكون المسقط الأفقي للمبنى مدمجاً نوعاً ما ، وهذا يساعد في الاستجابة لتغيرات الظروف الحرارية. ويقلل الكسب الحراري في النهار والفقد الحراري في الليل.

٧،٤.٣
الشكل
والنخطيط

ويجب حماية الفتحات والشبابيك من أشعة الشمس. وتكون وحدات التحكم بأشعة الشمس ، عادة ، أكثر المظاهر وضوحاً في المبنى (الشكل (١٦١).



الشكل
(١٦١) مبنى
مكاتب
نيروبي

ويمكن أن يؤثر توجيه المبنى وفتحاته الرئيسية في كسب حرارة الشمس، ولهذا يجب أن ينظر إلى ذلك بعناية. إن الحوائط العمودية المواجهة للشمال والجنوب هي أقل الحوائط استقبالا لكمية الأشعة. ويكون الحائط الذي يستقبل أقل كمية من الأشعة هو ذلك الذي يعاكس اتجاه المدار، أي مواجهاً للشمال في الجزء الشمالي من الأرض، ومواجهاً للجنوب في النصف الجنوبي من الكرة الأرضية. الواجهات الشرقية، والجنوبية الغربية والشمالية الشرقية تستقبل تقريباً كمية الإشعاع نفسها، ويستقبل الحائط الغربي أكبر كمية من الإشعاع. ويوضح المخطط (الشكل ١٦٢). الكمية الكلية السنوية من حرارة الشمس المكتسبة التي تستقبلها الحوائط بالاتجاهات المختلفة، على مقياس مقارن، لمدينة نيروبي. وهو مشابه لمواقع أخرى على خط الاستواء.

واعتباراً على هذه الأسس، وباستعمال مسقط أفقي مستطيل الشكل، يجب أن تواجه الحوائط الطويلة الشمال والجنوب، ويجب وضع الفتحات الرئيسية على هذين الحائطين. إن النوافذ المواجهة للشرق تسمح بدخول الشمس، في الأوقات التي تكون فيها درجة حرارة الهواء ما زالت منخفضة وحسب. ويجب تجنب الفتحات المواجهة للغرب، ما كان ذلك ممكناً، حيث يتوافق الكسب الحراري لهذه النوافذ مع درجات حرارة الهواء القصوى.

ويقلل هذا التوزيع من أشعة الشمس الساقطة كما يقلل من عمل (ويقلل التكاليف) نبائط التظليل، حيث يمكن تظليل النوافذ المواجهة للشمال والجنوب بوسائل بسيطة.

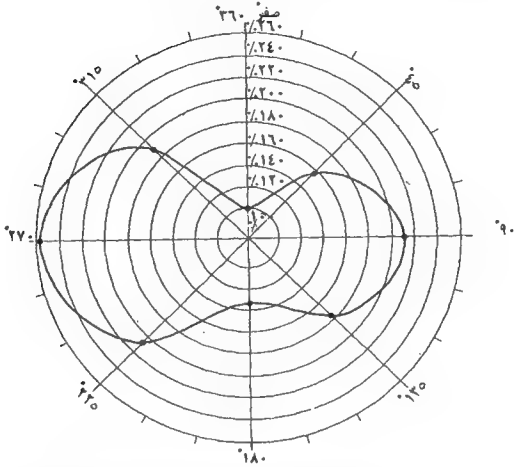
يجب تزويد الساحات الخارجية بظلال وذلك لأن :

٧،٤،٤
الساحات

- أ) هنالك نشاطات كثيرة تحدث في الخارج في جميع المناخات الدافئة.
- ب) والأشعة القوية تسبب حرارة غير مريحة، حتى بوجود هواء ذي درجة حرارة غير مرتفعة.

، يمكن تزويد الساحات الخارجية بالظلال من المبنى نفسه وبالعرائش والرفاريف والنباتات.

الشكل (١٦٢): قيمة الكسب الحراري النسبي في الاتجاهات المختلفة (نيروي)



وتكون الشمس مميزة، في الفترة الباردة من السنة، في الساحات الخارجية. وهذا يفسح المجال أمام المصمم :

١ . تزويد الساحات الخارجية ببعض نباتات التظليل القابلة للتعديل والمعايرة (adjustable) .

٢ . عمل ساحات خارجية متبادلة لاستعمالها في الفصول المختلفة. بحيث تكون مظلة في الفترات الحارة ومكشوفة، ومحمية من الرياح في الفترات الباردة من السنة.

ويمكن تحقيق الأولى باستعمال بعض الأشعة المصنوعة من القماش على شكل كابولي أو مثبتة على عريشة أو هياكل أو نحو ذلك. إن عمل وحدات متعددة مكلفة يكون ممنوعاً في معظم الحالات.

وقد يكون الترتيب الثاني تبديداً للفراغ، إلى جانب المساحة الخارجية، ولكن، عندما لا يكون الفراغ مهماً، فإن ذلك يجعله أنسب للسكنى من الناحية الاقتصادية.

وفي بعض الأحوال، يمكن تظليل الفراغ نفسه في الفصول المختلفة من السنة، ولحسن الحظ يتوافق ذلك مع متطلبات التظليل. وعلى سبيل المثال، إذا كانت الأشهر تموز وآب (في نصف الكرة الجنوبي) هي أكثر الأشهر برودة (كما هو الحال في معظم المناطق المدارية العالية)، في المناطق الاستوائية، فإن الشمس في هذه الفترة تكون في الجزء الشمالي من السماء، ولهذا فإن فراغاً في الجزء الشمالي من المبنى يستقبل أشعة الشمس ويكون الفراغ نفسه مظلاً بالمبنى نفسه في الفترة الحارة من السنة (ت ١ - ك ١) عندما تكون الشمس في الجزء الجنوبي من السماء.

- الليالي باردة، والأشعة الشمسية تسبب حرارة زائدة في المباني في اثناء النهار ولذلك يكون الهدف في المباني المشغولة باستمرار باتجاهين هما :
١. تقليل الحرارة الداخلة في ساعات الشمس المشرقة.
 ٢. وتخزين بعض الحرارة، وإعادة انتشارها في الفترة الباردة.

ويمكن تحقيق الهدفين باستعمال اثناء ذي سعة حرارية عالية. وينصح باستعمال اثناءات ذات زمن تخلف (time-lag) يساوي ٨ ساعات. حيث يسمح ذلك بدخول أعلى درجة حرارة ما بين الساعة ٢٠ الى ٢١، عندما تبلغ الحاجة إليها، حدها الأعلى، وقبل أن يذهب الساكن للنوم (بلاطة خرسانية مصمتة سماكتها ٢٠٠ مم، ومدة ميلان أو مدة فوق السطح بسماكة ١٥ سم، مع مادة عازلة، يمكن أن يعطي هذا الأداء).

ويكون السقف من أهم العناصر؛ إذ إنه يستقبل أكبر كمية من الاشعاعات، ويجب أن يكون الحائطان الشرقي والغربي بشكل خاص، كتلتين. ولما كانت الحوائط الشمالية والجنوبية لا تستقبل أشعة كثيرة، فإنها يمكن أن تكون من إنشاءات خفيفة.

أما المباني التي تشغل في النهار فقط دون الليل فالمطلوب تحقيق الهدف

٧،١،٥
الأسطح
والحوائط

الأول فقط من المهدفين المشار إليهما أعلاه، وفي مثل هذه الحالة يمكن استعمال مواد ذات سعة حرارية منخفضة فإذا ما كان مقدار التخلف الزمني ٥ ساعات، فإن ذلك يؤدي إلى وجود أعلى كسب حراري في الساعة ١٧ و ١٨، حيث تتعدى ذلك ساعات العمل العادية، وهذا يكون استعمال انشاءات خفيفة للجدران كافياً، وخصوصاً في المباني متعددة الطبقات، بشرط أن تكون معزولة جيداً وتكون النوافذ مظلمة.

٧.٤.٦
معالجة الأسطح

وتكون الأسطح العاكسة مفيدة في تقليل الحمل الحراري. وتكون الأسطح البيضاء أو المعدنية اللامعة ذات فائدة كبيرة للمباني التي تشغل في النهار فقط. أما في المباني المشغولة ليلاً ونهاراً، فقد يرغب في دخول حرارة الشمس إلى الحوائط - لتخزين هذه الحرارة لليل. لذلك، فإن الأسطح القائمة، الماصة قد تكون أكثر ملاءمة. ويجب أن يقتصر استعمال ذلك في المباني ذات السعة الحرارية العالية فقط. وعندما يكون استعمال مثل هذا التخزين الحراري غير ممكن عند استعمال انشاءات خفيفة لسبب ما، فعلى الأسطح أن تكون ذات ألوان فاتحة وعاكسة.

ويجب الاعتناء بأسطح الأسقف (خصوصاً إذا كانت مستوية)؛ إذ إن الأسطح المستوية تستقبل كمية من أشعة الشمس أكثر بكثير من الأسطح العمودية. إن استعمال سقف من بلاطة خرسانية مصمتة لها تخلف زمني (time lag) - مقداره ٨ ساعات يمكن أن يكون منظمًا للحرارة. وإن استعمال القار الأسود أو الاسفلت لكسوة السطح يمكن أن يخدم هذا الهدف بامتصاص معظم حرارة الشمس في النهار لتطلقها بعد غروب الشمس. أما باستعمال الأسقف الخفيفة (باستعمال الأخشاب أو المعادن المائلة) فإنه يفضل، من ناحية العزل، تجنب استعمال أسطح ماصة. فإذا استعمل اللباد المشبع بالقار، وجب أن تدهن الطبقة العليا برفائق الألمنيوم. وكبدل لذلك، يمكن استعمال شرائح من الرخام الأبيض كمادة إنهاء فوق القار أو الاسفلت. ويؤدي هذا إلى تقليل الامتصاص عندما يكون حديثاً، ولكن عندما يصبح متسخاً فإن كثيراً من انعكاسيته يقل. ويفضل هنا استعمال الأسطح التي تنظف تلقائياً.

إن الأشعة فوق البنفسجية الموجودة في أشعة الشمس تزداد في المناطق المرتفعة عما يكون على مستوى البحر. وقد تتلف هذه الاشعاعات بعض المواد وتحلل بعض المواد المركبة (كالبلمر polymer). ولهذا يجب استعمال المواد المختبرة جيداً فقط .

وبما أن درجة حرارة الهواء نادراً (إذا وصلت) ما تصل إلى الحد العلوي من منطقة الراحة، فلا حاجة للتبريد الفسيولوجي (تبريد الجسم)، باستعمال حركة الهواء، ولا حاجة للتهوية العرضية (cross ventilation)، طالما أن معضلة التحكم بالشمس محلولة إلى حد كافٍ. ولكن عندما تسبب الشمس حرارة زائدة، فإن التهوية العرضية قد تسبب بعض الراحة ولكنها في معظم الأحيان تساعد الإحساس بعدم الراحة.

٧،٤،٧

الفتحات

ويجب تزويد الأبواب والشبابيك بطرق لقفلهما؛ إذ إنه إذا لم يتحقق ذلك، فإنه لا تكون هنالك حاجة للسماح للهواء والنسيم البارد، ولا تكون هنالك رياح قوية لتجنبها، ولا حاجة لأخذ اتجاه الرياح في الحسبان عند توجيه الفتحات. ويكون الكسب الحراري من أشعة الشمس هو العامل الوحيد الذي يتحكم بتوجيه النوافذ كما هو موضح في ٧،٤،٣ (وأيضاً بعض العوامل الإضافية، مثل المظهر والموقع).

إن اتساع الفتحات يكون محكوماً بعوامل غير حرارية. ومن وجهة النظر الحرارية فإنه كلما قلت مساحة النافذة، كان التحكم أفضل. وللهوية والاضاءة النهارية، في معظم الأحيان، يمكن استعمال شباك أو شبابيك تقدر مساحتها ٢٠٪ من مساحة الواجهة فهي كافية.

إنّ المأوى التقليدي القروي في هذه المناطق هو الكوخ الدائري، ذو الحوائط المنشأة من الطين والقصب والسقف منشأ من القش. تتكون الحوائط من دعائم تصل إلى الأرض على شكل دائري مربوطة بشكل أفقي بواسطة أغصان وفروع مترابطة لتشكل ما يشبه السلة. ويقصر الجميع بالطين على شكل طبقات تصل سماكتها في العادة ٢٥ سم. وبذلك توفر سعة حرارية كبيرة (الشكل ١٦٣). كما يستعمل الطين والدعائم الخشبية في السقف في بعض المناطق ولهذا أيضاً سعة حرارية عالية (الشكل ١٦٤).

٧،٤،٨

المأوى التقليدي

وفي المناطق الحضرية، عندما يتوافر الحجر، يمكن للمرء أن يشاهد الحوائط الحجرية والأسقف الاردوازية (مثل القرميد). وقد تكون الأسقف من القش أو الخشب المقصور بالطين. وتكون الفتحات صغيرة في الغالب.

الشكل (١٦٣): بيت قروي بالقرب من نيروبي



الشكل (١٦٤): بيت مالي في تنزانيا



الفصل الثامن

أهداف التصميم

٨,١ مرحلة التحليلات المتقدمة

٨,٢ مرحلة تطوير المسقط الأفقي

٨,٣ مرحلة تصميم العنصر

٨,٤ النماذج والمناظرة

٨,١ مرحلة التحليلات المتقدمة

٨,١,١	عملية التصميم
٨,١,٢	أهداف التحليلات
٨,١,٣	تحويل المعلومات
٨,١,٤	معطيات المناخ
٨,١,٥	جداول الماهوني
٨,١,٦	درجة الحرارة
٨,١,٧	الرطوبة والمطر والرياح
٨,١,٨	التشخيص
٨,١,٩	المؤشرات
٨,١,١٠	المواصفات
٨,١,١١	البند المضخمة
٨,١,١٢	الخلاصة
٨,١,١٣	التحكم الميكانيكي

٨,١,١ عملية التصميم

لقد جرت محاولات من عدة باحثين ونظرين لإنشاء مخطط أو رسم بياني أو نموذج لعملية التصميم [102, 101]. ويمكن أن تكون الموديلات المقترحة المجسمة على شكل رسومات بيانية أو متفحة بشكل عال ومعقدة، ويمكن أن تكون مشتقة من مشاهدات، وربما بنيت بطريقة نظرية مثالية تفترض العملية كما يجب أن تكون. كل نموذج بشكل أو بآخر مثير للجدل. وفي جميع النماذج هنالك ثلاثة مصطلحات تحدث :

تحليل - تركيب - تقييم

وهي تعني إما مرحلة متميزة أو نوعاً من النشاط في عملية التصميم، وكثير ما اقترح التكرار الدائري لهذه المراحل الثلاثة :

ويدون إبداء الرأي في هذا الجدل، فإن المصطلحات الثلاثة السابقة تعتبر مقبولة ومستعملة هنا، على أنها نوع من وصف النشاط .

وفىما يتعلق بتأثيرات المناخ على تصميم المبنى ، فإن تمييز المراحل الثلاثة يُعدُّ ضرورياً. إن هذه العناصر لا تعين عملية كاملة أو مستمرة للتصميم ، ولكنها تشير إلى المراحل التي يجب أن ينظر فيها إلى عوامل المناخ وضمها إلى العوامل الأخرى :

أ (التحليلات المتقدمة ، عمل تحليلي يتمخض عن صياغة حل ما للتصميم (مقارنة بالعمل التحليلي المطبق أو الموجه بافتراضات التصميم ، الذي يمكن أن يصفها بالتحليلات العكسية). وفي هذه المرحلة تجمع المعطيات ، وتخزن وتعالج ، من أجل أن تجمع وتقدم جميع المعلومات الضرورية من أجل تركيب حل منهجي .

ب (تطوير المسقط الأفقي ، ويبدأ بعد الفكرة الأساسية ، أو بعد إنتاج نظرية تصميمية . وتحتوي هذه المرحلة النشاطات الثلاثة المختلفة : وقد يظهر التقييم الحاجة إلى مزيد من التحليلات ، التي تحتاج بدورها إلى تركيب منقح .

جـ (تصميم العنصر ، وهذا يتبع اتخاذ قرار تصميمي رئيسي ، بعد قبول التصميم بشكل مرضٍ كلياً . ويمكن كذلك استخدام النشاطات الثلاثة مجتمعة وهي : التحليل ، والتركيب والتقييم ، مع اختلاف معالجة عنصر واحد في كل مرة. مع دراسته ضمن المضمون العام للتصميم .

وتبعاً لتوافق الأهداف المختلفة التي ستوصف في هذا الجزء فإنها تنقسم إلى قسمين :

- ١ . أدوات التصميم ، التي تستعمل في مرحلة التحليلات المتقدمة ، أو في أي خطوة باتجاه إنتاج حلول منهجية .
- ٢ . أدوات التدقيق ، في التقييم ، لمساعدة أداء أي حل تم التوصل إليه .

لا بد من إيجاد حل تصميمي في مرحلة التركيب ، يرضي النواحي النفسية والاجتماعية والوظيفية ، كما يرضي المتطلبات الفيزيائية والعضوية واحتياجات السكان ضمن معطيات طبوغرافية الأرض والمناخ والأحوال

٨،١،٢
هدف
التحليلات

الاقتصادية. ويجب أن يكون الحل صحيحاً من ناحية انشائية ومناسباً من ناحية بنائية (مواد وتركيب وتفاصيل) ويجب أن يتمشى مع محتوى التخطيط العام. يجب أن تراعى هذه المعضلات كلها في الوقت نفسه ؛ إذ يستحيل تأسيس جدول أولويات وجدول أعمال متوالية.

إنّ المعضلة في مرحلة التحليلات المتقدمة هي جمع المعلومات المتعلقة وتسجيل الحقائق المحصورة، بدون تقييد حرية المصمم وبدون إلحاق الضرر بالحل المنوي إنتاجه في عملية التركيب. يجب جمع المعلومات، بتصنيفها واخراجها إلى المصمم (او للإنسان نفسه) قبل خطوة التركيب - إلى إنتاج المخطط المبدي أو مسودة المخطط.

ويجب على المصمم، في مرحلة التركيب، مراعاة مجموعة كبيرة من العوامل في الوقت نفسه، ونظراً لأن إمكانيات العقل محدودة، لذلك كان ضرورياً تقديم المعلومات بشكل جاهز وشامل. ويجب ألا تكون هذه المعلومات ذات تفاصيل دقيقة للغاية، ولكن يجب أن تؤخذ في الاعتبار جميع العناصر ذات العلاقة. إن المعضلة هي تحويل المعلومات. إن هذه الكمية من المعلومات هي ناتج مرحلة التحليلات المتقدمة ويمكن تحويلها إلى أحد الأشكال الثلاثة التالية :

٨،١،٣
المعلومات

- أ) معطيات مثل مواد خام، منظمة بشكل متسلسل.
- ب) مواصفات الأداء.
- جـ) قرارات تصميم.

ويصعب تذكر البند الأول عندما تأتي مرحلة التركيب. ويجب استعمال البند الأخير فقط عندما يكون هنالك إمكانية عزل متغير معين، عندما يتم استعراض جميع العوامل التي تؤثر على قرار معين وعندما لا يكون هنالك عوامل تؤثر على القرار في المستقبل. ربما كانت مواصفات الأداء هي أفضل الاشكال، لأنها دقيقة بما فيه الكفاية بدون أن تضر مرحلة التركيب. وفي بعض الأحيان يمكن أن تكون هنالك صعوبة في الربط بين قرارات التصميم العريضة أو المجملية وبين مواصفات الأداء. وكلاهما جزءان من الكمية المتسلسلة نفسها.

وهذا ما سنوضحه في الأجزاء التالية من هذا الهيكل النظري .

وفي هذا الجزء تم التعامل مع عوامل المناخ فقط ولكن الطريقة يمكن أن تكون مناسبة في العوامل الأخرى .

تنشر محطات الأرصاد الجوية كميات كبيرة من المعلومات وتوضع هذه المحطات في أماكن مختارة بحيث لا تتأثر قراءاتها بمظاهر الطبوغرافية (٢ ، ٤ ، ١ ، وما بعدها) . وما لم تكن القيم مهمة وما لم يسمح التوقيت للمشروع بتأسيس ملاحظات عن الموقع (أي معلومات أقل من سنة يمكن أن تكون بدون جدوى) ، فإن على المصمم أن يقبل المعطيات من أقرب محطة أرصاد جوية كوصف لمناخ الإقليم ونادراً ما يكون انحراف المناخ عن هذه المعطيات كبيراً بما فيه الكفاية وبحيث يؤثر في التصميم المبني . وإذا وجدت مظاهر مهمة يمكن ملاحظتها والساح لها بشكل جاهز ، وأما الانحرافات الطفيفة فيمكن علاجها في مرحلة متأخرة ، في مرحلة تصميم العناصر .

٨،١،٤

معطيات المناخ

وعلى المهندس الانشائي أن يؤسس تصميمه على الظروف القصوى . ولكن المعاري يؤسس التصميم المتعلق بالمناخ استناداً إلى ظروف نمطية أو عادية . وتعتمد هذه الظروف الطبيعية على معدل القيم الشهرية الدنيا والقصوى (انظر ١ ، ٢ ، ٣) .

عندما تظهر نماذج المناخ من المعلومات الواضحة المتعلقة بالمناخ الدافئ الرطب أو الحار الجاف (١ ، ٣ ، ٣ ، ١ ، ٣ ، ٥) ، فإن الوصول إلى مواصفات أداء يصبح سهلاً . وفي المناخات المركبة تتناقض المتطلبات الفصلية . وفي هذه الحالة يجب استعمال نظام وزن لتقييم أهم المتطلبات المتناقضة النسبية . وهنا لا بد من مراعاة مدة التعرض وقسوة العوامل المناخية المختلفة .

٨،١،٥

جداول الماهوني

اعتماداً على مثل هذا النظام ، فقد توصل ماهوني (C Mahoney) * إلى مجموعة من الجداول . يستعمل الجدول رقم ١* لتسجيل أهم معطيات المناخ

* نشرت أولاً من قبل مركز الأمم المتحدة للإسكان ، التخطيط والبناء ، في تصميم البيت والمأوى كجزء من مجموعة من اتجاه تصميم البيت . والساح من المركز لتضمين مثل هذه الجداول في هذا الجزء جدير بالشكر والتقدير .

الأساسية، ولتوجيه وتعريف امتداد معطيات المناخ المكثفة. ويسهل الجدول رقم ٢ في تشخيص المناخ وتطوير مجموعة من مؤشرات المناخ. وترجمها الجدول رقم ٣ إلى مواصفات أداء أو تصميمات مبدئية كروكيات على شكل توصيات.

وعلى الرغم من تطوير هذه الجداول لتناسب المناخات المركبة، فإنه يمكن استعمالها لتشخيص أي مناخ. وقد وضعت هذه الجداول في الفقرات التالية خطوة خطوة وقد وردت المجموعة الكاملة من هذه الجداول في الملحق ١١.

ويمكن إعادة إنتاجه للاستعمال في الحياة العملية.

الشكل (١٦٥): جدول ماهوني رقم ١ - الجزء الأول (قد اكملت لمدينة بغداد)

جدول ١	
الموقع	بغداد - العراق
خط عرض	٢٤ °٤٤ - شرق
خط طول	٢٠ °٢٣ - شمال
الارتفاع	٢٤ م (عن سطح البحر)

Location	Baghdad, Iraq
Longitude	44°24' E
Latitude	33°20' N
Altitude	34 m

Air temperature: °C
درجات حرارة الهواء
المعدل الإحصائي الشهري

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Monthly mean max	١٦	١٨	٢٢	٢٩	٣٦	٤١	٤٣	٤٣	٤٠	٣٤	٢٤	١٧
Monthly mean min	٤	٥	٩	١٤	٢٠	٢٣	٢٥	٢٤	٢١	١٦	١٠	٥
Monthly mean range	١٢	١٣	١٣	١٤	١٦	١٧	١٨	١٩	١٩	١٨	١٤	١٢

معدل المدى الشهري

الحد الأقصى
High AMT
الحد الأدنى
Low AMR
المتوسط
AMT

يستخدم الجدول «١» لتجميع درجات الحرارة والرطوبة وتساقط الأمطار ومعطيات الرياح. ويبين الشكل ١٦٥ جزء درجات الحرارة من هذا الجدول رقم ١. وبعد ملء عنوان الجدول (الموقع والتعريف) يملأ كالتالي:

١. من تسجيلات الأرصاد الجوية أدخل قيم معدل درجات حرارة الهواء القصوى والدنيا في أول سطرين. يجب تقريب جميع القيم إلى أقرب رقم عشري.

٢. جد الحد الأوسط لكل شهر بطرح القيم الدنيا من القيم القصوى (السطر الثاني من السطر الأول) ثم ادخل هذه القيم في السطر الثالث.

٣. ادخل في المستطيل الجانبي المنفصل أقصى قيمة وأدنى قيمة من القيم الاثني عشرة بالترتيب.

٤. بعد جمع هاتين القيمتين وقسمتها على ٢، جد معدل درجات الحرارة السنوي وادخل هذه القيمة في المستطيل المعلم AMT.

٥. بعد إيجاد الاختلاف بين هاتين القيمتين (يطرح المعدل الأقل من المعدل الأعلى) جد معدل الحد السنوي ثم ادخل ذلك في المستطيل المعلم AMP

الشكل (١٦٦): جدول ماهوني رقم ١ الجزء الثاني

الرطوبة النسبية % Relative humidity:

معدل القصوى الشهري a m Monthly mean max	٨٧	٧٨	٧٤	٦٨	٤٦	٣٤	٣٢	٣٢	٣٨	٥٠	٦٧	٨٩
معدل الدنيا الشهري p m Monthly mean min	٥٠	٤١	٣٥	٢٧	١٨	١٣	١٢	١٣	١٥	٢١	٣٩	٥١
Average معدل متوسط	٦٨,٥	٥٩,٥	٥٤,٥	٤٧,٥	٣٢	٢٣,٥	٢٢	٢٣,٥	٢٦,٥	٣٥,٥	٥٣	٧٠
Humidity group الرطوبة مجموعات	٣	٣	٣	٢	٢	١	١	١	١	٢	٣	٣

مجموعة الرطوبة ١ إذا كان معدل RH : أقل من ٣٠%

٢ ٣٠% - ٥٠%

٣ ٥٠% - ٧٠%

٤ فوق ٧٠%

Rain and wind : الرياح والمطر

Rainfall, mm سقوط الأمطار م.م	٢٤	٢٥	٢٨	١٥	٧	صفر	صفر	صفر	٣	٢٢	٢٦	١٥٠ Total
-------------------------------------	----	----	----	----	---	-----	-----	-----	---	----	----	--------------

Wind, prevailing الرياح السائدة	NW.	NW.	NW.	NW.	NW.	NW.	NW.	NW.	NW.	NW.	NW.	NW.
Wind, secondary الرياح الثانوية	SE.	SE.	N	N	N	N	N	N	N	N	N	SE
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D

يبين الشكل الرطوبة والمطر والرياح (١٦٦) النصف الثاني من الجدول (١) يملاً

كالتالي :

أ (من تسجيلات الأرصاد الجوية ادخل معدل الرطوبة النسبية القصوى الشهرية (قراءات الصباح المبكرة) والدنيا (قراءات بعد الظهر المبكرة) في السطرين الأولين . ٨٠,١,٧ الرطوبة والمطر والرياح

ب (حد معدل الرطوبة لكل شهر بجمع القيمتين العلويتين وقسمهما على اثنين . ادخل هذه المعدلات في السطر الثالث .

ج (كون مجموعات الرطوبة لكل شهر (١, ٢, ٣, ٤) تبعاً للتصنيفات التالية :

معدل الرطوبة النسبية : أقل من ٣٠٪ = مجموعة ١

٣٠٪ - ٥٠٪ = مجموعة ٢

٥٠٪ - ٧٠٪ = مجموعة ٣

فوق ٧٠٪ = مجموعة ٤

ادخل هذه القيم في السطر الرابع

د (ادخل قيم معدل تساقط الأمطار الشهري (بالملمت) في السطر الخامس اجمع القيم الاثني عشرة وجد مجموع تساقط الأمطار السنوي ثم ادخل هذه القيمة في المستطيل المنفصل في نهاية السطر .

هـ (ادخل في السطرين الأخيرين اتجاهات الرياح السائدة والثابتة لكل شهر، على أسس القيم القصوى في جداول أو أشكال دورات الرياح المشورة (يجب التفريق بين ١٦ نقطة محيطية، اذا وجدت، أي الشمال وشمال الشمال الشرقي، شرق الشمال الشرقي، الشرق، . الخ).

يخدم الجدول (٢) أهداف التشخيص . وبين الشكل (١٦٧) النصف الأول من التشخيص ٨٠,١,٨

الجدول والخطوات المتبعة كما يلي .

١ . أدخل في السطر الأول والرابع معدل درجات الحرارة الشهرية الأدنى والأقصى من الجدول (١) .

٢ . أوجد حد الراحة الأعلى والأدنى للنهار والليل لكل شهر اعتماداً على المخطط الموضح في الجزء العلوي من الشكل (١٦٧) ، كما هو معرف بمعدل درجات الحرارة السنوي ومجموعة الرطوبة لكل شهر . أدخل هذه القيم في الأسطر ٢ ، ٣ ، ٥ ، ٦ بالترتيب .

٣ . قارن بين حدود الراحة في النهار بالمعدل الأقصى وحدود الراحة في الليل بالمعدل الأدنى وأسس طبيعة الاجهاد الحراري وذلك بادخال الرموز التالية في السطرين الآخرين :

H(hot)	إذا كان المعدل اعلى من الحد
O(comfort)	إذا كان المعدل ضمن الحدود
C(cold)	إذا كان المعدل اقل من الحد

إن بعض مجموعات العلامات (طبيعة الاجهاد الحراري بعض خواص المناخ واستمرارية الاثنين) تشير إلى الاجراء الاصلاحي الذي يمكن للمصمم أن يأخذه . وقد طورت الطريقة باستعمال ستة مؤشرات (ثلاثة مؤشرات للرطوبة : H1, 2, 3 وثلاثة مؤشرات للجفاف : A1, 2, 3) كما هو موضح أسفل الجدول (٢) (الشكل ١٦٨) .

٨, ١, ٩
المؤشرات

ويلى ذلك التأكد من الجدول (٢) من معايير الاجهاد الحراري (ليلا ونهاراً) ومن الجدول (١) مجموعة الرطوبة ، وتساقط الأمطار ومعدل حدود درجات الحرارة الشهري بالنسبة لتعريف المؤشرات ، وضع إشارة في السطر المناسب حيث المعطيات الشهرية تناظر التعريف . ويبين في آخر عمود عدد الأشهر التي يطبق فيها كل مؤشر . (عدد الاشارات في كل سطر) .

وتتبع الخطوات التالية :

أ () انقل المؤشرات الكلية من الجدول ٢ الى السطر الأول من الجدول ٣ .

ب () حيث يقع المؤشر الكلي بين الحدود المعطاة في الجدول ٣ ، ضع إشارة بالنسبة لبند المواصفات في السطر نفسه .

جـ () سوف يكون هنالك بند مواصفات واحد موصى به تحت كل من العناوين الثانية . وهو أول ما يصل عدد المسح من اليسار إلى اليمين .

الشكل
جدول ماهيو ٣
(١٦٩)

Indicator totals from table 2					
H1	H2	H3	A1	A2	A3
صفر	صفر	صفر	١٢	٥	٤

TABLE 3
Recommended specifications مواصفات موصى بها

Layout الخرج

			١٠٠				١	Orientation north and south (long axis east-west) اتجاه المحور الرئيسي باتجاه شمال وجنوب
			١٢	١١	١٢	✓	٢	Compact courtyard planning مخطط حديقته مدمجة

Spacing الفراغات

١١	١٢						٣	Open spacing for breeze penetration فراغات مفتوحة لمرور الريح
١٠	٢						٤	As 3, but protection from hot and cold wind كالمادة ٣، لكن مع حماية من الريح الحارة والباردة
٠	١						٥	Compact lay-out of estates مخطط مدمج للمناطق

Air movement حركة الهواء

١٢	٣						٦	الفراغات من جهة واحدة، توفير مستوي الحركة الهواء Floors single banked, permanent provision for air movement
١	٢		٥				٧	الفراغات من جهتين، رادخال مؤقت للهواء Double banked rooms, temporary provision for air movement
صفر	١٢	٢					٨	No air movement requirement لا حاجة لحركة الهواء

Openings الفتحات

			١٠	صفر			٩	فتحات واسعة ٤٠-٨٠٪ Large openings, 40-80%
			١٢	٢		✓	١٠	فتحات صغيرة جداً ١٠-٢٠٪ Very small openings, 10-20%
Any other conditions			٠				١١	فتحات متوسطة ٢٠-٤٠٪ Medium openings, 20-40%

Walls حوائط

			٢				١٢	حوائط خفيفة، زمن تأخر قصير Light walls, short time-lag
			١٢	٢		✓	١٣	حوائط ثقيلة خارجية وداخلية Heavy external and internal walls

Roofs أسقف

			٥				١٤	أسقف خفيفة معزولة Light, insulated roofs
			١٢	٦		✓	١٥	أسقف ثقيلة Heavy roofs, over 8 h time-lag

Out door sleeping مناطق خارجية

			١٢	٢		✓	١٦	Space for out door sleeping required مناطق خارجية للنوم مطلوبة
								Rain protection الحماية من المطر
			١٢	٣			١٧	Protection from heavy rain necessary مرونة لمطر شديد

د (قد يحدث في بعض الحالات أن تختار الطابق الأول بندين وفي هذه الحالة تابع السير إلى اليمين ، حيث يقوم المؤشر الثاني بالاختيار النهائي .

المواصفات

٨,١,١٠

يوضح الجدول ٣ المواصفات الناتجة من المؤشرات السابقة . وقد وزعت المواصفات الموصى بها الى ثمانية عناوين .

الموقع العام

المسافة بين المباني

حركة الرياح

الفتحات

الجدران

الأسطح

أماكن النوم الخارجية

الحماية من الأمطار

وقد رُفِّعت بنود المواصفات وقد قدم وصف مختصر لها في الجدول ٣ (الشكل ١٦٩) . لمزيد من التفاصيل انظر ٨,١,١١ .

ستوضح بنود المواصفات في العمود الأخير من الجدول (٣) أكثر في

التالي :

هنالك بديلان للموقع العام :

١ . يجب توجيه المباني على المحور شرق - غرب ، وتكون الواجهات الطولية باتجاه الشمال والجنوب ، لتقليل التعرض للشمس .

٢ . يجب تخطيط المباني حول أفنية صغيرة إذا كان الحزن الحراري ضرورياً في معظم أيام السنة ، أي عندما يكون الفصل الحار الجاف سائداً .

إن للمسافات ثلاث خيارات :

٣ . يجب أن تتباعد المباني كثيراً ليتخلل النسيم . وتوجيه عام . يجب أن لا تقل المسافة بين صفيين من المباني عن خمسة أضعاف الارتفاع .

٤ . وإذا كان تخلل الهواء ضرورياً في جزء من السنة ، فإن البند (٣) ما زال قابلاً للتطبيق ، ولكن يجب عمل الحماية اللازمة من الهواء البارد أو

٨,١,١١

البنود المضخمة

الموقع العام

المسافات

الهواء الحار المغبر. انظر إلى التشخيص في الجدول (٢) واتجاه الرياح في الجدول (١).

٥. وإذا لم يكن هنالك رغبة ملحّة في حركة الرياح فينصح باستخدام الموقع المتقارب.

حركة الرياح

وهذا يتأثر بترتيبات التخطيط.

٦. يجب أن تكون الغرف على شكل صف واحد والنوافذ في الجدران الشمالية والجنوبية للتأكيد على حركة الرياح لتوفير التهوية العرضية.

٧. يمكن أن تكون الغرف في صفين، ولكن يجب أن يحتوي المسقط على تهوية عرضية مؤقتة (مثل أبواب مغذية كبيرة). وإذا كانت الرياح لا يعتمد عليها، أو كانت قيود الموقع تحد من التهوية العرضية، فإن المراوح المثبتة في السقف تكون مناسبة. وهذه تحتاج إلى غرف ارتفاعها لا يقل عن ٢,٧٥ م، مما يؤثر على شكل البناء الأساسي.

٨. وإذا لم تكن حركة الرياح أساسية، وغير مرغوبة لأكثر من شهر واحد، أمكن أن تكون الغرف مزدوجة ولا حاجة كبيرة للتهوية العرضية.

الفتحات

تصنف فتحات الجدران في ثلاث فئات :

٩. متسعة، ما بين ٤٠٪ و ٨٠٪ من مساحة جدران الشمالية والجنوبية. ويمكن أن لا تكون هذه الفتحات كاملة الترجيح، ولكن يجب أن تحمي من الشمس وإهارة السماء والمطر، ويفضل استعمال معلقات أفقية.

١٠. صغيرة جداً، أقل من ٢٠٪ من مساحة الجدران.

١١. متوسطة، ما بين ٢٠٪ و ٤٠٪ من مساحة الجدران. وربما كانت الفتحات الشرقية مرغوباً فيها في الفصل البارد إذا كان طويلاً. وتكون الفتحات في الجدران الغربية مقبولة في المناخات الباردة والمعتدلة، وغير مقبولة بأي حال من الأحوال في المناطق المدارية.

المواظ

هنالك تصنيفان عريضان للجدران.

١٢. يجب أن تكون الجدران الخارجية خفيفة وذات سعة حرارية قليلة. وتحت هذا التصنيف هنالك أمران يجب مراعاتهما وهما :

١) يجب أن تكون الجدران الداخلية أيضاً خفيفة حيث تكون الأحوال

الحارة الجافة سائلة لفترة قصيرة من الزمن .

ب) يجب أن تكون الجدران الداخلية ثقيلة وكتلية ، حيث يحدث أن تجتمع الظروف الحارة الجافة مع حدود درجات حرارة متوسطة سنوية عالية (فوق ٢٠ درجة م)

الأسقف ١٣ . يجب أن تكون الجدران الداخلية والخارجية كتلية .

يمكن تمييز نوعين أساسيين من السقوف هما :

١٤ . سقوف خفيفة ولكنها معزولة جيداً ، وذات سعة حرارية قليلة .

١٥ . سقوف ثقيلة ، ذات سعة حرارية كبيرة ، تعطي زمن تخلف مقداره ٨ ساعات على الأقل .

إذا كانت الأماكن الخارجية للنوم مطلوبة فلا بد من :

النوم في الخارج

١٦ . تزويدها بأسقف ، وبرندات أو أن تكون في الأفنية ، بحيث يكون النائمون معرضين إلى أبعد جزء من الليل (الذروة) وذلك لزيادة الفقد الحراري بالإشعاع الى الخارج .

١٧ . اتخاذ احتياطات خاصة ، إذا كان المطر كثيراً ودورياً ، مثل البرندات العميقة ، المعلقات العريضة والممرات المغطاة .

الحماية من
الأمطار

يجب اعتبار الجداول كمساعد للتصميم الكروكي وليس كطريقة ميكانيكية لاستبدال التفكير . إن منطقية العملية يجب أن تفهم وتبقى في الفكر . لقد تم تشخيص طبيعة الاجهاد الحراري في الجدول (٢) وقد وضع أيضاً المدة اللازمة لمثل هذا التحكم الحراري باستعمال مؤشرات . وفي الجدول (٣) تم اختيار هذه المؤشرات وتصحيحها وإنتاج بعض التوصيات . ويُعد ذلك أساسياً فيما إذا اخذت على أنها قرارات تصميم أساسية أو عريضة أو أنها مواصفات للأداء المطلوب فقط . وفي أي حال ، فلا بد من اعتبارها الزامية وضرورية في التصميم المبدي أو الكروكي (أو وسائل مساعدة ونقاط ثابتة أو نقاط ابتداء) مع عوامل أخرى غير تلك المتعلقة بالمناخ المبدي أو الكروكي .

٨، ١، ١٢
الخلاصة

إن الطريقة سريعة وعريضة وكروكية وفيها مساومات . وقد تكون هنالك فترات أو لحظات عندما يكون التصميم حتى هذه النقطة ليس كاملاً ولا تاماً . إن ذلك على كل حال ، لا يقلل من أهمية هذه الطريقة . إن ذلك

يعني ببساطة أن التصميم المناخي لم ينته بمرحلة التصميم المبدي أو الكروكي .

وفي التحكم بالمناخ خلال الطرق الطبيعية لا يمكن تجنب المساومة . وسوف توفر مرحلة تطوير المسقط وتصميم العناصر الفرصة لتقوية المظاهر المرغوب فيها وتلطيف العناصر غير المرغوب فيها للفكرة المبديّة .

إن التحكم الدقيق في المناخ الداخلي تحت كل الظروف ممكن فقط بالوسائل الميكانيكية (كما نوقش في ٤, ١, ٢, ٤, ومبين في الشكل ٤٤) . إن الوسيلة التي يمكن اعتمادها في المدايرين هي تكييف الهواء . وإن قرار استعمال تكييف الهواء للتحكم بالمناخ الداخلي يُعدّ واحداً من أهم القرارات الأساسية ، ويمكن أن يؤثر على جميع التصميم بشكل جذري .

٨, ١, ١٣

التحكم
الميكانيكي

وقد وصفت أسس التشغيل والنظم الأساسية في ٤, ١, ١٠ الى ١٤ ، وقد أوضحت بشكل عريض فلسفة التصميم المتعلقة بادراج تكييف الهواء في ٤, ٢, ١ . وسنختبر هنا اختيار بعض المتغيرات . ففي المناخ الحار الجاف ، تكون درجة الحرارة القصوى بعد الظهر ، وطالما أن المعدل ليس أعلى من حد الراحة ، فإن التحكم المرضي يمكن أن يتحقق دون استعمال تكييف الهواء ، ويمكن ذلك بعناصر الانشاء وحدها .

وفي المناخ الصحراوي البحري ، يمكن اللجوء إلى تكييف الهواء . إن متطلبات الانشاء والتركيب ، في كلا الحالتين ، لبنى مكيف هوائياً لا تختلف بشكل كبير عن تلك التي تكون في التحكم الطبيعي . ويجب أن تكون البناية مقفلة تماماً ، أي مقفلة (أو قابلة للقفل) ، ويجب أن تحتوي على نوافذ صغيرة لتقليل الكسب الحراري ، وأن تكون ذات عزل جيد وسعة حرارية كبيرة لتقليل أحمال الذروة .

إن المواصفات تستعمل سواء كان المبنى مكيفاً هوائياً أم لا .

وفي المناخ الدافئ الرطب تشتد الحاجة إلى تكييف الهواء . إن الهواء حار ورطب ، وعادة ما يبقى دافئاً طوال الليل . إن قرار تركيب تكييف الهواء سوف يؤثر على تصميم المبنى بشكل جذري . وبدون التكييف فإن الطريقة الوحيدة

لتحسين الظروف الداخلية في المبنى هي باستعمال حركة الهواء بشكل واسع . وهذا يتحقق بتصميم المبنى بحيث تكون فيه فتحات مفتوحة للهواء بقدر الامكان . واما إذا كيف هوائياً فان المبنى يجب أن يكون مغلقاً ويبرد تحت درجات الحرارة الخارجية، وبذلك فان الحوائط يجب أن تكون معزولة بشكل جيد : وبدون ذلك فان نوعية عزل الحوائط لا تكون مهمة .

المناخ المركب : إن قرار تركيب التكييف المركزي يمكن أن يتخذ ولكنه سوف يعمل فقط في الفصل الدافئ الرطب، بينما يعتمد على التحكم الطبيعي في الأوقات الأخرى .

يجب أخذ الحيلة من التكييف الزائد، ولأسيا عندما لا يكون ثابتاً : عندما تبرد البناية إلى الحدود الدنيا من منطقة الراحة يمكن أن يؤقلم السكان إلى درجات حرارة منخفضة، وهذا مما يجعل ظروف الحرارة الخارجية الزائدة غير محتملة . إن التفاوت بين درجات الحرارة الخارجية والداخلية يجب أن لا يكون كبيراً . ومن ناحية مبدئية فان حدود الراحة الموضحة في الجزء العلوي من الجدول ماهوني رقم ٣ (الشكل ١٦٩) يجب استعمالها كهدف .

المناخ المداري المرتفع : اذا كان التصميم جيداً فيمكن الاستغناء عن وسائل تكييف الهواء . وعلى كل حال، فان بعض الظروف الخارجية (مثل، موقع حضري مفروض عليه توجيه خاطيء) أو لاعطاء قيم مظهرية (هيبية) يمكن أن يخل بالانزان وتكون النتيجة تقرير عمل تكييف هواء . وفي بعض أحوال المظاهر (الهيبية) يمكن تحقيق ذلك بخلق شعور بتكييف الهواء بدون أن يكون حقيقياً . وعلى سبيل المثال، يمكن أن يهوى مبنى مخازن ميكانيكياً، ولكنها تحتوي على وحدات تكييف موضعية تعطي هواءً بارداً ضمن المرغوب فيه . ولكن هذا الحل لا يمكن التمسك له، ولكنه يمكن أن يستعمل .

وكما هو واضح، فان الموقف من تكييف الهواء يعتمد ليس فقط على الراحة أو المناخ أو المتغيرات الفيزيائية، ولكنه يعتمد بشكل كبير على العوامل الاجتماعية والاقتصادية .

٨,٢ مرحلة تطوير المسقط

التحليلات والتطوير	٨,٢,١
التغيرات الدورية	٨,٢,٢
مخططات النشاط	٨,٢,٣
الفراغات الخارجية	٨,٢,٤
الفراغات الخارجية في المناخات الحارة الجافة	٨,٢,٥
الفراغات الخارجية في المناطق الدافئة الرطبة	٨,٢,٦
الفراغات الخارجية في المناخات المركبة	٨,٢,٧
المزل الحراري	٨,٢,٨
السعة الحرارية	٨,٢,٩
التحكم بالشمس	٨,٢,١٠
وقت التظليل	٨,٢,١١
زوايا التظليل	٨,٢,١٢
التهوية وحركة الهواء	٨,٢,١٣

تنتهي مرحلة التحليلات المتقدمة بصياغة مواصفات للأداء الوظيفي بشكل عام، وبشكل رئيسي كبنود نوعية، ويتبع ذلك انتاج حل منهجي تصميم مبدئي أو كروكي . وبعد عمل ذلك، يمكن تأسيس مواصفات أكثر دقة كبنود كمية في مرحلة تطوير المسقط . وهنا يتضمن تحليلات كما يتضمن أعمال تقييم .

٨,٢,١
التحليل
والتطوير

على الرغم من أنه ينصح بتصنيف أداء المبنى في مرحلة التحليلات المتقدمة بقدر ما يكون عملياً، بدون إلحاق الضرر بالتركيب، فإن عوامل كثيرة يمكن تحليلها بعد اتخاذ بعض قرارات تصميم، عندما توجد فرضيات تصميم .

إن عناصر التحكم في الشمس تُعدُّ مثالا جيداً، يمكن توصيف أداء هذه العناصر بدقة تامة بزوايا الظلال العمودية والأفقية (انظر ٨,٢,١٢)

بدون تصميم النبائط الحقيقية، وعلى كل حال، وقبل أن يتم عمل ذلك، فإنه يجب على الأقل تقرير اتجاه الفتحات (إذا لم يقرر اتساعها) لذلك، فإنه في مرحلة التحليلات المتقدمة لا يمكن توصيفها، ما لم يتم توصيفها لجميع الاتجاهات الممكنة. ويحسن تعريف أدائها باصطلاح الفترة الحارة (over heated period) وترك توصيف زوايا الظلال الى مرحلة التطوير. ويكون تصميم التغطية في مرحلة تصميم العناصر أو التفاصيل.

إن التحليلات باستعمال جداول ماهوني تسمح بتكوين تصميم مبدئي أو كروكي أو بعمل فرضيات تصميم. ويمكن تنقية التصميم في مرحلة التطوير، عندما تكون فرضيات التصميم قد تم تشكيلها ويمكن أن تساعد بإنشاء معطيات البحث.

إن مثل هذه التقنيات الإضافية يمكن أن تتعلق بما يلي :

أ (تزامن استعمال نمط الفراغ مع نمط التغيرات الفصلية واليومية لظروف المناخ.

ب (امتداد اعتبار المبنى الى الفراغات الخارجية.

ج (التعريف الدقيق للخواص الفيزيائية للمبنى مثل :

العزل الحراري

السعة الحرارية

التحكم بالشمس

التهوية وحركة الرياح

وستناقش هذه الموضوعات في ٨,٢,٢ إلى ١٣ .

ليس ثمة غرفة ولا فراغ مفتوح يستعمل جميع الوقت من جميع السكان. ومناخياً لا توجد غرفة ولا فراغ مفتوح جيداً بالتساوي في جميع ساعات النهار والليل (الا اذا استعمل تكييف الهواء). ويجب أن يكون هدف المصمم مزامناً للاستعمال المكثف في أفضل الظروف المناخية. ولتحقيق ذلك، يجب الحصول على مجموعتين من المعلومات وربط بعضها ببعض وهما:

٨,٢,٢

التغيرات

الدورية

١. نمط استخدام الفراغ.
٢. وتغيرات المناخ في الداخل والخارج في دورة ٢٤ ساعة. وتسجيل نمط استخدام المبنى فان مخطط النشاطات المقدم في ٨, ٢, ٣ يُعد وسيلة مساعدة.

ويطلب لتحقيق ذلك معلومات عن تغيرات المناخ على الأقل ليوم نموذجي في كل فصل. وفي بعض الأحيان تتوافر معطيات عن درجات الحرارة في كل ساعة والا فيمكن افتراض ما يلي :

أ (متوسط درجات الحرارة الدنيا والعليا (المسجلة في جداول ماهوني) المتعلقة بدرجات الحرارة العليا والدنيا ليوم نمطي من شهر.

ب) يمكن تمثيل التغيرات في درجات الحرارة بمنحنى جيبي .
تحدث القمة القصوى بعد منتصف النهار بقليل والقيمة الدنيا في ساعات الصباح الباكر.

إن كلا الافتراضين يمكن تبريره لأهداف مثل هذه المقارنة .

إن أفضل شيء لهذه المعلومات هو نقلها إلى مخطط النشاط ، للسماح بإقامة علاقة مباشرة .

وتتكون مخططات أو جداول النشاط من جزئين هما : الرسم العلوي الذي يبين التغيرات في درجات الحرارة الخارجية والداخلية ، وتكون عليه منطقة الراحة ، والجزء السفلي الذي سجل النشاطات في الفراغات المختلفة من المبنى (بما في ذلك الفراغات الخارجية) . ويبين الشكل (١٧٠) مثلاً كاملاً . وهنالك جدول فارغ موضح في الملحق ١٢ .

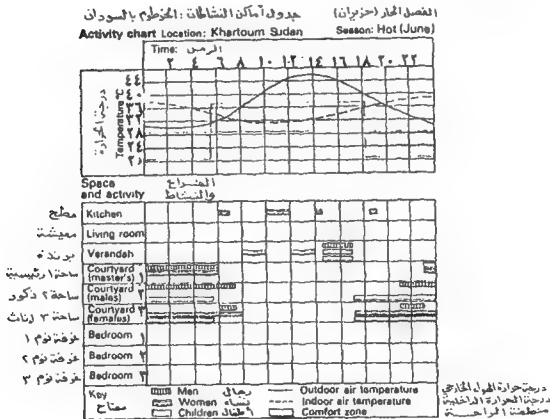
٨, ٢, ٣
مخططات
النشاط

وقد اقترح أن يعاد إنتاج جدول النشاطات ومضاعفتها ، لاستعمالها في التحريات المحددة . وإذا ما احتوى الموقع المتحرى له فصلاً مميزة ، أو إذا كان ثمة تغيرات فصلية في استعمال المبنى ، وجب عمل شكل منفصل لكل فصل .

وعند استعمال المخطط أو الجدول تتبع الخطوات التالية :

١. اختر شهراً بحيث يمثل فصلاً نمطياً لاعتباره*
٢. بالإشارة لشكل ٣٧ الذي يمثل مخطط أو جدول التغيرات في درجات الحرارة اليومي . علم متوسط درجة الحرارة القصوى الشهرية على المقياس العلوي ومتوسط درجات الحرارة الدنيا على المقياس السفلي (من المفضل وضع ورقة شفاف على الجدول والعمل على الشفاف) . صل ما بين النقطتين بخط مستقيم ، وأقرأ درجات الحرارة في الساعة على المقياس العلوي أو السفلي ، حيث تتقاطع خطوط الساعات المرتبة .

الشكل (١٧٠) : مخطط النشاط (الخرطوم - السودان ، الفصل الحار ، حزيران)



* إذا وجدت قيم درجات الحرارة لكل ساعة من عملة أرصاد قريبة ، يجب استعمالها في الخطوة ٣ ويجب حذفها في خطوة ٢

ملاحظات :

١. يذهب الرجل للعمل الساعة ٧,٣٠ ويعود ١٤,٣٠ (يقضي في العمل من الساعة ٨,٠٠ - ١٤,٣٠).
٢. الأطفال يذهبون للمدارس الساعة ٧,٣٠ ويعودون في الساعة ١٤,٣٠ (يقضون في المدارس من الساعة ٨,٠٠ الى ١٤,٣٠)
٣. تستعمل الشرفة كغرفة طعام في وقت الغذاء وغرفة نوم في قيلولة بعد الظهر.
٤. فناء ١ يستعمل في الليل لمبيت الوالدين فقط.
٥. فناء ٢ يستعمل كغرفة استقبال في المساء للذكور. وتستعمل في الليل كغرفة نوم للرجال.
٦. فناء ٣ يستعمل كغرفة استقبال نساء. وتستعمل كغرفة طعام للعائلة في الفطور والعشاء. وتستعمل في الليل كغرفة نوم للإناث.
٧. انقل هذه القيم الى جدول النشاط وانشيء منحني درجات الحرارة الخارجية.
٨. ركب حدود الراحة في النهار والليل (كما هو مؤسس في جدول التشخيص رقم ٢).
٩. باستعمال المباني ذات الإنشاء الخفيف وحركة الهواء الوافرة فان درجات الحرارة الداخلية لا تختلف كثيراً عن درجات الحرارة الخارجية. وللمباني الكتلية والمقفلة فانه يجب عمل منحني درجات الحرارة الداخلية، باستعمال المعلومات المعطاة في ٢, ٣, ٣, ٤ و ٤, ٣, ٤ (الشكل ٤١ و ٤٩ بالترتيب).
١٠. أدخل أسماء الساحات الخارجية والداخلية في العمود الأول من الجزء السفلي لنصف الجدول، وأترك سطر منفصل لكل منها (يمكن أن يمتد الجدول الى أسفل).
١١. استعمل رمزاً بسيطاً لكل شخص (أو لكل صنف) باستعمال المسافات، وأشر بخطوط أفقية للزمن والمدة اللازمة لها (أو لهم) باستعمال الفراغ.

ويمكن الآن الربط بين المخططين، وهذا يساعد في رسم المساقط (مثل ابن وضع الفراغات المختلفة بالنسبة للتوجيه) وتقرير أنواع التحكم اللازمة لكل مساحة نشاط (مثل ساحات النوم الخارجية).

٨٠٢،٤

الفراغات
الخارجية

تقترن النشاطات المختلفة، في المناخات المدارية، عادة بالفراغات الداخلية، وأما في المناخات المعتدلة فإن معظم النشاطات (النوم، والغسيل والطبخ والأكل واللعب والعمل... الخ) تحدث في الساحات الخارجية. وهذا ينطبق على المباني السكنية بشكل خاص، ولكن قد يحدث في أنواع أخرى من المباني، كالمدارس. ويكون المأوى فقط لتحقيق الخصوصية أو عندما تكون ظروف الطقس سيئة أو لحفظ الحاجيات.

وقد تؤثر الاعتبارات اللاحقة على تكوين قرارات التصميم المبني أو كروكي التصميم، ولكن الوقت المناسب للاختبار الدقيق أو القرارات حول الساحات الخارجية هو مرحلة تطوير المسقط.

ولما كانت المساحة المجاورة للمبنى امتداداً للفراغات الداخلية، فلا بد من معاملتها من المصمم بالأهمية نفسها، ويفضل في الفراغات الداخلية التكيف الطبيعي عن التحكم الآلي. أما في الفراغات الخارجية فهذه هي الوسيلة الممكنة للتحكم.

٨٠٢،٥

الفراغات
المساحية في
المناخات الحارة
الجافة النسيج

وللتحكم بظروف المناخ في الفراغات الخارجية في المناخات الحارة الجافة، فإن المصمم يعتمد على الطرق التالية :

تكون الجدران في الغالب عالية، محيطة بفناء أو حديقة وتخدم أهدافاً عملية. كالحماية من الهواء الحار اللاذع والغبار والكلاب الضالة والماضر، أو التمدي (على الأملاك) أو تقليل التبخير والمحافظة على نسيم بارد من التبخير، ولكن الحاجة النفسية المتمثلة في الحصول على الخصوصية والتميز بين الفراغات المصنوعة من الانسان والعالم الخارجي القاحل المعادي، لا تعتبر أقل أهمية.

رتب المبنى بحيث يحيط بفناء (Courtyard) أو ساحة (patio) بمحاطة كلياً أو جزئياً بالمباني ومكملة بجدران للهدف نفسه. وإن كانت بلا مياه ونباتات

فانها تكون أفضل فراغ يرغب في النظر اليه ، بالمقارنة بالأرض القاحلة الطبيعية أو منظر المدينة في الخارج .

النبات

إن ذلك مقيد بوجود المياه . وهو ممكن في الفراغات المحاطة (كالأفنية) الواقعة في الفراغات المفتوحة . ويمكن زراعة بعض الأشجار دائمة الخضرة والشجيرات والصبار والنباتات المتسلقة وبعض أنواع الأعشاب . ويمكن لهذه النباتات أن تظهر تبايناً لطيفاً مع المساحات المبلطة . وحتى النباتات المزروعة في قوارير فإنها لا تقل عن ذلك في أهميتها . وأما الساحات النجيلية فيصعب المحافظة عليها . إن النباتات المتسلقة تقدم أفضل قيمة ، وتنتج مساحات خضروات واسعة للنظر إليها ، أو (إذا رفعت على شكل عريشة خفيفة أو أسلاك متحدة) فانها تعطي غطاء مظلاً فوق الممشي ، على شكل تنقيط لطيف (شمس وظل) .

المياه

إن بركة صغيرة أو حوضاً أو نافورة ، تضيف إلى حس الساكن شعوراً بالراحة . ويكون التأثير الفيزيائي (التبريد بالتبخير) ذا أهمية كبيرة في الفراغات الخارجية المحاطة ، ولكن التأثير النفسي يكون أكبر بكثير . إن منظر سطح الماء وخصوصاً صوت خرير الماء يعطي الانسان الراحة قبل أن تنزل درجة الحرارة بأية مقدار .

التظليل

إن الظلال مهمة أساسية في الفراغات الخارجية المستعملة في أوقات النهار . إن العناصر العمودية (الحوائط والمبنى نفسه) تؤمن الظلال في الصباح وفي ساعات بعد الظهر المتأخرة فقط . وأما العناصر الأفقية كالبرندات والبرجولات أو النباتات المستعملة لمثل هذا الغرض (مثل مظلات القماش والعرائش والشمسيات) فقد تستعمل بكفاءة أفضل ، ولكن النباتات تعطي ألطف ظلال ، وتحقق أفضل نتائج عند تظليل الأفنية في اثناء النهار ، وتعيضها إلى صفحة السماء في الليل ، دون تقييد الاشعاعات الصادرة .

حماية عناصر الحركة

إن عمرات المشاة ومرائب السيارات بحاجة الى التظليل أيضاً . ان عمل الأزقة بدلاً من الطرق العريضة المفتوحة والطرق المظللة بمظلات عالية والأروقة تخدم طرق المشاة . وتكون حماية السيارات بزرع نباتات متسلقة على برجولات أو بواسطة إنشاء خاص (الذي يمكن أن يكون مكلفاً) ضمن البناية

أو تحتها . إن ذلك يسبب بعض المشكلات للمخارج والمداخل ويؤثر على الموقع العام .

تتبع فيها المبادئ الأساسية المتبعة في الفراغات الخاصة ، ولكن السؤال المهم هنا عن موضوع الصيانة . حيث يجب أن تتعلق مساحتها بمصادر المياه وإمكانات الصيانة فإذا ما كانت المساحات كبيرة فإن ذلك ينعكس على إهمالها ، كأن تكون غير عملاقة ، ومكاناً للغبار والقيامة . فتكون الساحة الصغيرة (المعنى بها) أفضل من الكبيرة . إن الساحات العامة يجب أن تكون محاطة ، مزروعة بشكل جيد ، مبردة بالمياه ومظللة في معظم النهار .

الساحات العامة

إن الفراغات الخارجية في هذا المناخ أكثر أهمية منها في المناخ الحار الجاف ، وإن معظم النشاطات تحدث في الهواء الطلق . وتكون المحافظة على ظروف الراحة في الخارج أسهل منها في داخل المبنى . وتكون الفراغات الخارجية لطيفة إذا أمكن توفير حركة هواء ، ظلال وحماية من الأمطار .

٨,٢,٦

الفساحات الخارجية في المناخ الدافئ الرطب

يمكن التأكيد على استمرار حركة الهواء بما يلي :

حركة الرياح

أ) ألا يوجد حوائط مغلقة . ولتتميز الحدود أو خصوصية البصر يمكن عمل أسوار مخمرة تسمح بمرور الهواء .

ب) باتباع قاعدة خمسة أضعاف الارتفاع كمسافات بين الجدران كقاعدة تقريبية . لمزيد من التفاصيل يرجع الى ٤,٣,٩ و ١٥ . وبشكل عام يجب أن يسمح المبنى بمرور الهواء بقدر الامكان (كأن يكون مرفوعاً على أعمدة ، أو بادراج مفتوحة للفصل بين صفوف المباني الطويلة ، الخ) .

جـ) ألا يوجد أفنية ولا صفوف مباني مغلقة ، وبدلاً من ذلك يجب أن تكون هناك حرية في التشكيل وعدم انتظامية في تجميع المباني .

د) وفي الكثافات الكبيرة يفضل زيادة الارتفاعات عن تغطية سطح الأرض بالمباني .

الظلال

إن العناصر العمودية المستعملة في المناطق الحارة الجافة غير واردة هنا لأنها تقيد حركة الهواء . إن استيعاب معلقات السقف والبرندات والأروقة والمظلات والممرات المغطاة أكثر فائدة . والأفضل هو التظليل بالأشجار .

تستعمل هنا بعض الشجيرات وسياج الشجيرات بعناية ، لكن ليس لتقليل تدفق الهواء بالقرب من الأرض ، حيث تزيد الحاجة إليه . ويفضل هنا استخدام الأشجار الطويلة ذات السيقان العارية ، لأنها تسبب ظلالاً واسعة وتسمح بتخلل النسيم . إن غطاء الأرض مهم ، ولكنه يمكن أن يسبب مشكلة في اتجاهين :

١ . في بعض المواقع يكون غطاء الأرض مهماً دون تقليل مما يحول دون حركة الهواء .

٢ . في المناطق القاحلة ، حيث تكون طبقة التربة العليا قد طُمرت بفعل الأمطار ، ويصعب أن تنبت شيئاً وهنا يمكن استعمال بعض الشجيرات والأسوار الشجرية لتصبح الأرض صالحة للزراعة على الأقل .

بما أنَّ المطر يكون دورياً وكثيفاً والجو يكون دافئاً حتى عند تساقط الأمطار فإن الفراغات الخارجية يجب أن تحمي من المطر لاستعمالها حتى حين تساقط الأمطار . وإن البرندات والممرات المغطاة والمظلات المعلقة أمام الدكاكين يمكن أن تخدم هذا الهدف إضافة إلى التظليل من الشمس . ويمكن للساحات ذات الأسقف وإن كانت بلا حوائط أن تخدم نشاطات معينة .

الحماية من المطر

ان الساحات العامة حتى بدون عناية تبقى خضراء (بعكس المناخ الحار الجاف) . ويمكن أن تكون المشكلة فيها يلي :

الساحات العامة

أ (الخضروات والأشجار التي تنمو بشكل غير عادي .
ب (الحرمان من المنافسة .

جـ (الاستعمال غير المقصود وغير المنتظم للأكواخ والدكاكين وما يصاحبه من خلق ظروف غير صحية .

يجب أن يكون للساحة المفتوحة وجهاً للاستعمال ويجب أن تصمم لهدف خدمة معينة وذلك لأن صيانتها يجب أن تكون واضحة ومعرفة .

يمكن الجمع بخنكة بين العناصر التي ذكرت في ١، ٢، ٥، ٨ و ٦ في المناخات المركبة، - حيث تكون الحاجة لذلك ، ويمكن للفراغات الخارجية المختلفة أن تخدم في الفصول المختلفة ويمكن أن يفكر المصمم بعدة طرق مثل ساحات للطقس الحار، وحدائق موسمية أو باحات للفصل البارد . ويمكن

٨، ٢، ٥
الفراغات
الخارجية في
المناخ المركب

لساحة مغلقة الجوانب في جهة من المبنى أن تكون لطيفة في الفصل القاحل، ومن جهة أخرى، فإن فراغاً متسعاً مظلاً، يمكن أن يستعمل في الفصل الدافئ الرطب .

إن الأشجار المتساقطة الأوراق، والنباتات المتسلقة والكروم تعمل ظلالاً في وقت الحاجة كما تسمح بتخلل الشمس في الفصل البارد عندما تنساقط أوراقها .

إن معرفة كمية العزل المثالي في عملية تفاضلية بين التكاليف والفائدة مسألة سهلة ومباشرة ، وذلك في المباني المدفئة أو المكيفة هوائياً . ويمكن أن يعبر عن التكلفة الفعلية للمواد العازلة بواسطة خط مستقيم كدالة للسماكة (الشكل ١٧١) .

٨،٢،٨
العزل الحراري

ويمكن بعد ذلك حساب كمية التقليل في معدل الفقد الحراري (أو الكسب) نتيجة لهذا العزل، مضروبة في عدد الدرجات اليومية وتكلفة التدفئة (أو التبريد) للحصول على التوفير في غضون سنة . ويمكن لهذا التوفير، المحسوب لفترة استهلاك مناسبة، أن يبين على الرسم نفسه بواسطة منحني على شكل قطع زائد، وكدالة بالنسبة للسماكة . إذا جمع المنحنيان بواسطة الرسم، فإن النقطة السفلى من المنحني الناتج سوف توضح السماكة المثلى .

إن مثل هذه الحسابات في الظروف الطبيعية للمبنى يستحيل عملها . ويمكن لحسابات جزئية أن تساعد متخذ القرار في الاعتماد على معطيات نوعية .

وفي المناخ الحار الجاف، تكون الجدران والأسقف كتلية وثقيلة، لتسوية الاختلاف اليومي في درجات الحرارة . والعزل المقاوم وحده (انظر ٤،٢،٣) لا يكون مؤثراً .

وفي المناخ الدافئ الرطب، بوجود كمية كافية من حركة الهواء، فإن درجة حرارة الهواء الداخلية والخارجية سوف تكون متساوية . ويكون هدف العزل تقليل تدفق الحرارة الناتج من الحرارة الزائدة من الشمس للأسطح الخارجية فقط . وتستقبل الأسقف طاقة شمسية أكبر بكثير من الحوائط .

وتكون الحوائط في العادة مظلمة ، وبذلك فان العنصر الوحيد الذي يجب عزله هو السقف . فكم تكون كمية العزل اللازمة للسطح ؟

ويمكن حساب قيمة درجة حرارة الشمس - الهواء (Tse) (أي درجة الحرارة المساوية للكسب المشع ، ١٨ ، ١ ، ٣) كما يلي :

$$T_{se} = \frac{I \times a}{F_0}$$

حيث I = شدة الاشعاع

a = امتصاصية السطح

F₀ = موصلية السطح الخارجي

ويمكن جمعها لأية فترة زمنية مختارة (مثل سنة واحدة) . وكلما زاد هذا المقدار، زادت الفائدة من استعمال العزل . وتكون الفائدة، على كل حال، بتحسين ظروف المحيط وليس في توفير التكاليف . إن المقارنة المباشرة مستحيلة ، وأي مقدار يكون اختيارياً أو الاعتماد على قيمة للحكم . وكان كونسبيرجر ولاين [٩٧] قد اقترحا مواصفات أداء بأن لا تزيد درجة حرارة السقف (من الداخل) عن درجة حرارة الهواء بأكثر من ٤ درجة م . ولتحقيق ذلك ، فان قيمة U للسقف والسطح مجتمعين يجب أن تكون حول ٠.٨ واط/م^٢ / درجة مئوية (انظر ٧, ٢, ٥) أو أن يكون السطح عاكساً جيداً . إن بعض المنشآت التي تعطي مثل هذا الأداء مجذولة في الملحق ١٣ . ويعطي ذلك الجدول مقارنة في الأداء ، وبدون ذلك ، فان مقارنة التكلفة تكون بلا معنى .

وفي المناخ المركب ، اذا كان الفصل الحار الجاف سائداً ، يستمر ٦ أشهر أو أكثر ، فانه يجب استعمال سقف ثقيل (كما اقترح من قبل ماهوني ، الجدول ٣ ، بند ١٥) . وأما إن كان الفصل أقصر من ذلك ، فيقترح استعمال سقف خفيف معزول . إن تعريف الحد الفاصل أمر اختياري . فيكون السقف الكلي بوجود مادة عازلة ذات سعة حرارية عالية ، مثل السقف الخفيف بمواد عازلة ذات مقاومة جيدة في الوظيفة ، ويعتمد القرار عادة على التكلفة ، التي بدورها تعتمد على الظروف المحلية ، وعلى وجود المواد والعمالة .

مصنع اجهزة، سقفو با ميبست اسمتي $U = 8.00 \text{ W/m deg C}$

تكلفة العزل ٨٠ قرش / سم سماكة و $K = 0.01 \text{ W/m deg C}$

تكلفة التدفئة لكل كيلوواط ساعة = ١ قرش

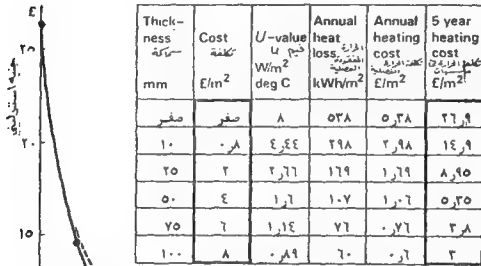
يحفظ المبني بدرجة حرارة ١٨°م

خذ الفرق بين ١٨°م ومعدل درجة الحرارة الشهرية واضرب ذلك في

عدد الأيام في الشهر. اجمع الشهور الاثني عشر للحصول على درجة - أيام:

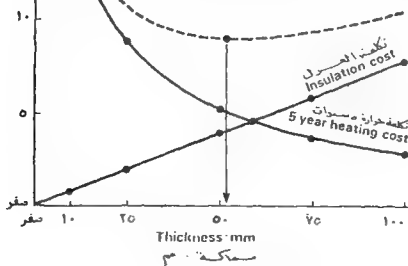
حوالي ٢٨٠٠ .

هذا يعطي $٦٧٢٠٠ = ٢٤ \times ٢٨٠٠$ ساعة درجة م (درجة - ساعات).



الشكل
(١٧١): سماكة
العزل المفضلة

Note. Degree-hours x U-value = annual heat loss = ساعة x درجة م
 $h \text{ deg C} \times \text{W/m}^2 \text{ deg C} = \text{Wh/m}^2$ الحرارة المنقولة المصحية



اقترح ماهوني في جدول له رقم ٣، بند ١٣ و ١٥، استعمال حوائط واسقف كتلية بالترتيب وقد أوصى في البند الأخير زمن تخلف أدنى مقداره ٨ ساعات. ان مثل هذا الاقتراح العريض كاف من أجل انتاج تصميم أولي أو كروكي. ولكن في مرحلة التطوير يظهر السؤال : إلى أي مدى يكون زمن التخلف المرغوب؟

قد يكون من المعقول افتراض أن درجة حرارة الهواء واحدة في أية جهة من البناية. كما يعتمد تدفق الحرارة الفعلي من خلال حوائط المبنى، على كل حال، على أشعة الشمس كما هو معين بدرجة حرارة الشمس - الهواء (٣, ١, ١٨). وفي كل لحظة تختلف قيمة ذلك لكل سطح من المبنى كما أن جميع القيم تختلف من ساعة لأخرى مع حركة الشمس. ولهذا السبب فإن قيمة التخلف الزمني (time-lag) يجب أن يحسب لكل واجهة من واجهات المبنى منفرداً - على الأقل الواجهات الأربعة والسقف.

وهناك طريقة لتعريف زمن التخلف المرغوب موصوفة في (٤, ٢, ٤) والشكل (٤٩). إن تلك الطريقة يجب أن تعمل لكل سطح على الترتيب. كما يلي :

- أ) ارسم مخططاً للاختلاف في درجات الحرارة في ٢٤ ساعة ليوم حرج. اعمل ذلك من ٥ نسخ واحدة لكل سطح.
- ب) احسب درجة حرارة الشمس والهواء الزائدة، على فترات كل ساعتين على الأقل لكل سطح (على أساس معطيات الأشعة الساقطة) ثم ركب ذلك على مخطط درجات حرارة الهواء.
- جـ) عين، لكل سطح، قيمة وقت درجة حرارة الشمس - الهواء الخارجية القصوى.
- د) أوجد المسافة المحدودة بالسطح المحدد، قَدِّر الوقت الذي يكون فيه تدفق الحرارة مرغوباً فيه أو على الأقل محتمل.
- هـ) المسافة بين النقطتين تكون زمن التخلف المرغوب بالساعة، ومن الواضح أن ذلك يمكن أن يعمل فقط عندما يكون الاتجاه (موقع السطح) ونوع تشطيبات السطح ومواقع الغرف المختلفة قد قدر مسبقاً.

وعلى كل حال فإن نتائج هذه التحليلات في اثناء مرحلة التطوير يمكن أن تؤدي إلى إعادة النظر في المسقط الأفقي للمبنى وترتيب الغرف .
وتوفيق أكفاً للعناصر الثلاث التالية :

- ١ . نمط استعمال الغرفة
 - ٢ . دورة حرارة الأسطح الخارجية
 - ٣ . زمن التخلف لعناصر الحوائط الخارجية.
- ٨, ٢, ١٠ التحكم بالشمس
- إن تصميم وحدات التحكم بالشمس للنوافذ والفتحات تتضمن ثلاث خطوات :
- أ (تعريف فترة الحرارة الزائدة، وعندما يكون التظليل مطلوباً .
- ب (توضيح أداء نباتات الظلال بتعريف زوايا الظلال .
- ج (تفاصيل تصميم النبتة .
- يمكن للمرحلة الأولى أن تعمل في مرحلة التحليلات المتقدمة، ولكنها يمكن أن تعمل في هذه المرحلة . والخطوة الثانية وهي هدف من أهداف مرحلة التطوير، عندما توجه الفتحات، وكلاهما موضح فيما بعد . إن تصميم النبتة الحقيقية يترك إلى مرحلة تصميم العناصر .

- ٨, ٢, ١١ وقت التظليل
- يمكن تعريف زمن التظليل بثلاث طرق :
- ١ . بدلالة درجة الحرارة .
 - ٢ . بدلالة درجة الحرارة المؤثرة، بضم درجة حرارة الهواء والرطوبة، وربما كان ذلك بحركة الهواء .
 - ٣ . بدلالة درجة حرارة الشمس - الهواء، مع فصل كل سطح في كل اتجاه .
- إن الأولى هي الأبسط . وبعد تكميل مخطط النشاطات (انظر ٨, ٢, ٣، الشكل ١٧٠) يمكن الرجوع إلى القسم العلوي منها، فتكون الظلال مطلوبة عندما يكون خط درجة الحرارة الخارجية أعلى من الحد الأدنى من منطقة الراحة . وإذا وجدت مخططات النشاطات لأيام السنة، فانه يمكن تعريف فترة الحرارة الزائدة بدلالة الأيام والساعات . يمكن أن تظهر هذه المعلومات على مخطط كتوري (متساوي الأبعاد) (شبيه بشكل ٣٨) أو على

زوج من مخططات عمرات الشمس مركبين أحدهما فوق الآخر (الشكل ٦٤) كما هو موضح في ١٤, ٢, ٤, بالرغم أنه يمثل هنا قيم درجات الحرارة فقط التي سوف تستعمل وليس درجات الحرارة المؤثرة.

وللتعريف بدلالة درجات الحرارة المؤثرة في الساعة، فإن قيم كل شهر من السنة تكون ضرورية. ويمكن تقرير ذلك وإن لم تتوافر معلومات أكبر من تلك التي يحويها الجدول ماهوني رقم ١. وتتخذ الخطوات التالية لذلك :

أ (خذ معدل درجة الحرارة القصوى (DBT) وقيم الرطوبة بعد الظهر لكل شهر (الجدول ماهوني ١). إقرأ درجات الحرارة الرطبة المناظرة (WBT) من مقياس رطوبة الجو (الشكل ١٢).

DBT = 22°C	على سبيل المثال إذا كانت
RH = 60%	و
WBT = 17°C	اقرأ

ب) باستعمال مخطط درجات الحرارة المؤثرة (الشكل ٣٠)، بافتراض أنه لا توجد حركة هواء، إقرأ قيم درجات الحرارة المؤثرة (ET)، التي هي درجة الحرارة المؤثرة القصوى لليوم. وعلى سبيل المثال صل DBT 22°C مع WBT 17°C فيقطع منحني خط سرعة الهواء المساوي صفراً في ET 25°C

جـ) كرر ذلك لمتوسط درجات الحرارة الدنيا والرطوبة صباحاً، لايجاد درجة الحرارة المؤثرة الدنيا للنهار.

د) بالعودة الى الشكل (٣٧) وأسس قيم درجات الحرارة المؤثرة (لكل ساعتين). إن استعمال هذا المخطط موضح بالتفصيل في ٢, ٣, ٨.

إن جدولاً مثل ذلك الموضح في الشكل ٣٨، يمكن أن يساعد في عمل هذه الحسابات. وتنقل هذه القيم الى المخطط الكنتوري أو الى زوج من مخططات عمرات الشمس مركبين على بعضهما كما هو موضح في ١٤, ٢, ٤ والشكلين ٣٨ و ٦٤.

إن التعريف بدلالة درجة حرارة الشمس - الهواء يتطلب إنتاج المخطط الكنتوري لدرجات حرارة الشمس - الهواء لكل توجيه . وكل منها سوف يعتمد على شدة الأشعة الساقطة . إنها عملية طويلة جداً ولكنها بالتأكيد أكثرها دقة . ويمكن استعمالها لتعريف زمن التخلف المرغوب ، كما هو موضح في (٨، ٢، ٩) . ويمكن ضمان تنفيذها بمشروع مهم أو بتكرار المشاريع ، أو إذا كان هنالك عدة مشاريع تنفذ في بعض المواقع . إن قيم درجات حرارة الشمس - الهواء سوف تحسب مرة واحدة فقط . ولبعض المواقع فإن المعطيات متوافرة على شكل مطبوع ومنشور؛ إذ إنها تستعمل بشكل واسع لمهندسي تكييف الهواء .

لتوصيف أداء نباتات التظليل المطلوبة ، لا بد من تحديد زوايا التظليل العمودية الأفقية . إن العملية تعتمد على مجموعتين من المعلومات هما :

- ١ . فترة تظليل محددة أو معرفة .
- ٢ . التوجيه المقرر

٨، ٢، ١٢
زوايا التظليل

وتحتوي استعمال مخططات ممرات الشمس (ملحق ٨) ومنقلة زوايا التظليل (في الغطاء الخلفي) . وقد نوشت هذه بالتفصيل في ٨، ٢، ١٢ إلى ١٤ ويمكن تلخيص ذلك خطوة خطوة كما يلي :

أ (اختر مخطط عمر الشمس المناسب لخط العرض .
ب (ارسم فترة التظليل على ورق شفاف وضع هذا على مخطط عمر الشمس .
وحيث أن كل منحنى أفقي يعبر عن يومين ، علم كلا الخططين . وبشكل عام يجب تبني التغطية العريضة ، وحيث يمكن استعمال المساواة الذكية .

جـ (ضع المنقلة على المخطط ، بحيث يقطع خط أساسها المركز وخط المحور باتجاه التوجيه المرغوب .

د (فيكون جزء وقت التظليل الواقع خلف خط الأساس (خلف الواجهة المعتمة) مهماً .

هـ (اختر مجموعة من زوايا التظليل الأفقية والعمودية ، موصحة قناع التظليل

(Shading mask) ، والتي سوف تغطي مساحة فترة التظليل بقدر الامكان . ان هذه الخطوة موضحة بالتفصيل في الشكل ٦٥ .

و (وفي معظم الأحوال ، يمكن إيجاد عدد من زوايا التظليل الأفقية والعمودية المختلفة لتغطي فترة قناع التظليل .

فاذا كان كذلك ، فلا بد من كتابة بعض البدائل ، لاعطاء حرية اختيار واسعة لمرحلة تصميم العناصر . وعلى سبيل المثال فان بعض فترات التظليل سوف تحجب باحدى الزوايا التالية :

$\epsilon =$	16°	١ . زاوية عمودية
$\epsilon =$	40°	٢ . زاوية عمودية
$\delta =$	47° الى 8°	وزوايا أفقية
$\epsilon =$	60°	٣ . زاوية عمودية
$\delta =$	17° الى 59°	وزوايا أفقية
$\delta =$	70° الى 90°	٤ . زوايا أفقية

إن التهوية ، أي تزويد الهواء النقي ، ضرورية تحت أي ظرف من الظروف ، وإن تقدير المتطلبات والتزويد الضروري قد نوقشت في ٦ ، ١ ، ٤ ، ٣ ، ٢ . وهي ضرورية اذا كان المبنى مقفلاً بصفة أساسية ، كما هو الحال في المناخ الحار الجاف . ولن تؤثر في هذه الحالة بشكل كبير على شكل المبنى .

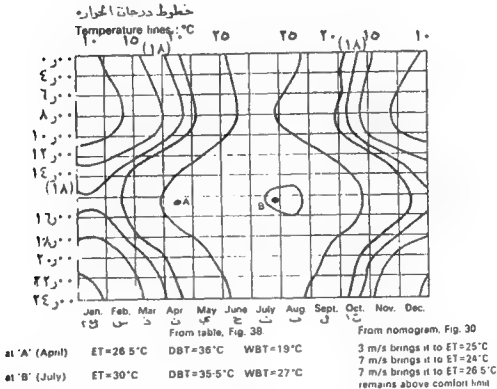
٨،٢،١٣
التهوية وحركة
الهواء

وقد نوقشت التهوية ، كوسيلة للتبريد بالحمل ، في ٨ ، ١ ، ٤ ، ٣ ، ٣ . وتكون مؤثرة فقط إذا كان الهواء الخارجي أبعد من الهواء الداخلي بشكل واضح ، ولهذا فانها نادراً ، ما تستعمل في المدارس .

إن حركة الهواء خلال المبنى ، مقارنة بالتهوية ، أساسية في المناخات الدافئة الرطبة . وقد أكد ماهوني في الجدول (٣) ، بند ٦ على تأكيد حركة الهواء خلال المبنى . والآن ، في مرحلة التطوير ، يجب تحويل التوصيات إلى كميات . إن أفضل الأسس لذلك هو مخطط درجات الحرارة الكتتورية ، الموضح في ١١ ، ٨ ، ٢ ، أ - د .

وإن قيم درجات الحرارة المؤثرة قد حسبت للهواء الساكن. ان الشكل (١٧٢) يكرر الشكل ٣٨، ولكن باضافة علامات تمثل حدود الراحة العليا والدنيا، عندما تزيد قيم درجات الحرارة المؤثرة الحد الأعلى من منطقة الراحة، بالرجوع الى مخطط درجات الحرارة المؤثرة (الشكل ٣٠) يمكن تأسيس ما هي سرعة الرياح التي تنزل درجة الحرارة المؤثر إلى القيمة المقبولة.

الشكل (١٧٢): خطوط درجات الحرارة المؤثرة المتساوية مع حدود الراحة (نيودهي من الشكل ٣٨)



هنالك طريقة يمكن أن تعتمد على مخطط النشاط. عندما يكون منحني درجة حرارة الهواء أعلى من حد الراحة العلوي، فإن حركة الهواء تكون ضرورية. عند تأسيس درجة الحرارة الزائدة فوق منطقة الراحة. ويمكن الرجوع الى مخطط المناخ الحيوي على سبيل المثال:

١. م/ث تعادل ١,٥ درجة م
٢. م/ث سوف تعادل ٥,٥ درجة م (برطوبة متوسطة)

ويوضح الشكل ٢٩ درجة حرارة ٢٠°م كحد أعلى للراحة. فان حد الراحة المعطى في الجدول ماهوني رقم ٢ يجب أن يستعمل، ولكن فترات درجات الحرارة المعطاة في الشكل ٢٩ لتأثير سرعة الهواء المختلفة ما زالت مستعملة (ليس بدرجة الحرارة المثوية موقع على المقياس ولكن ب درجة م، كمسافة أو فترة على المقياس).

وبذلك يمكن تحديد سرعة الهواء التي يجب استعمالها في الداخل، على سطح الجسم. وتكون الخطوة الثانية هي تحديد سرعات الهواء السائدة في الفترة نفسها. وبعد ذلك فان تصميم الفتحات يمكن وضعه في الاعتبار.

وفي الجدول ماهوني رقم ١ سجلت اتجاهات الرياح، وبذلك يجب الرجوع الى معطيات المناخ، لتأسيس سرعات الرياح. وعلى أساس المعلومات الموضحة في ٤,٣,٧ وما بعدها، وخصوصاً، في ٤,٣,١٣، يمكن تصميم الفتحات ونبائط التحكم.

لسوء الحظ، فقد وجد أن درجات الحرارة العليا عادة ما تتوافق مع أقل كمية من التبريد. وحيث أن ذلك سيكون الموقع الحرج، فان أفضل ما يعمل هو تزويد المبنى بفتحات كبيرة بقدر الامكان وبلا حواجز، ليكون المبنى نافذاً للهواء بالقدر العملي المنظور.

ويجب أن تبدأ التحليلات جميعها من هذه النقطة. فاذا ما اكتشف ان مثل هذا التوافق لدرجات الحرارة القصوى والحد الأدنى من الرياح هي الحالة السائدة، فقد يجب اتخاذ مزيد من التحليلات.

إن مشكلة التناقض في متطلبات التوجيه للهواء وحجز الشمس قد نوقشت في ٣,٢,٧ وأشير اليه ثانية في ٣,٣,٨، بند ٦.

٨,٣ مرحلة تصميم العناصر

الهدف	٨,٣,١
الجدول ماهوني رقم ٤	٨,٣,٢
تضخيم البنود	٨,٣,٣
نبائط التظليل	٨,٣,٤
الحوائط والأسقف	٨,٣,٥
المنشآت ذات زمن التخلف الطويل	٨,٣,٦
الفتحات	٨,٣,٧
التناسك	٨,٣,٨

عندما تتم الموافقة على فكرة التصميم العامة، ويكون التصميم قد طور الى مرحلة يكون فيها كل شيء عاملاً، ليس فقط من وجهة المناخ، ولكن من وجهات أخرى، فانه يجب اعادة اختبار كل عنصر، على مستوى تفصيلي أقرب، لتحديد شكل كل عنصر ومقاسه بدقة أكبر.

٨,٣,١
الهدف

ومن الممكن أن يحدث في مرحلة التطوير، تطوير الحلول المناخية الصحيحة، أو المساومة عليها أو حتى إهمالها من أجل بعض العوامل الأخرى، مثل متطلبات الانشاء أو التركيب أو الاقتصاد أو التخطيط. ولهذا، فان اعادة الاختبار الآن يمكن أن تؤدي الى تصميم العناصر التي يمكن أن نحسن (إذا لم تكن مثل) أداء المبنى للمناخ، بينما تقبل العناصر غير المناخية المفروضة.

وهذا فان لمرحلة تصميم العناصر هدفين رئيسيين :

- ١ . لتحديد شكل ومقاسات العناصر التي لم تصمم بعد ولا يوجد لها سوى مواصفات أداء.
- ٢ . لاعادة النظر في عناصر قد تمت الموافقة عليها مسبقاً، عندما سببت تغييرات التصميم بعض الشك في أدائها المناخي .

وتسهيلاً لذلك يمكن مراجعة الجدول ماهوني رقم ٤ مراجعة عامة،
ويراجع لذلك ٨، ٣، ٢. وفي الأجزاء اللاحقة سنراجع بعض الأساليب
اللازمة لتصميم عناصر المبنى.

ويمثل الجدول ماهوني رقم ٤ امتداداً لمجموعة من الجداول الموضحة
في ٨، ١، ٥، التي تعطي مواصفات لتصميم عناصر المبنى. ويبين
الشكل ١٧٣ هذا الجدول، ولكنه مشمول في مجموعة الجداول ماهوني المبينة
في الملحق رقم ١١.

يحتوي العمود الأخير من الجدول توصيات ليست مظاهر من عناصر
المبنى
حجم الفتحات
مكان الفتحات
حماية الفتحات
الحوائط والأرضيات
الأسقف
المظاهر الخارجية

إن التوصيات مرقمة، وقد أوجزت بإيضاح في العمود الأخير من الجدول
٤. وقد وضحت البنود في ٨، ٣، ٣. وعند استخدام الجدول تؤخذ الخطوات
التالية:

- أ) أعد المؤشرات الكلية في السطر الأول، كما هو في الجدول ٣.
- ب) عندما يقع مجموع المؤشرات بين القيم المعطاة أسفلها في العمود نفسه،
ضع إشارة مقابل البند إلى اليمين، في السطر نفسه.
- ج) البنود المتعلقة بالمظهر نفسه تستثنى بالتبادل - فقد يتكرر مواصفات واحد
في أربعة من المظاهر الستة (المستثنى هو حماية الفتحات والمظاهر
الخارجية).

إذا تعارضت التوصيات الواردة في الجدولين ٣ و ٤ فإن التوصيات
الواردة في الأخير يجب أن يكون لها الأولوية.

الشكل (١٧٣): جدول مأموري رقم ٤ Detail recommendations

مجموع التقييمات Indicator totals from table 2					
H1	H2	H3	A1	A2	A3

TABLE 4

Optimal recommendations

حجم الفتحات Size of opening					
			٠.١	١٢=١	١
			٥=٢		٢
			١٠=٣		٣
			١١, ١٢	٢=٤	٤
				١٢=٥	٥
حجم الفتحات Size of opening					
Large:	40-80%	٨٠-٤٠			
Medium:	25-40%	٤٠-٢٥			
Small:	15-25%	٢٥-١٥			
Very small:	10-20%	٢٠-١٠			
Medium:	25-40%	٤٠-٢٥			
أماكن الفتحات Position of openings					
					٦
			٥=٠		
			١٢=٦		
					٧
			١٢=٧		
حماية الفتحات Protection of openings					
				٢=٨	٨
			١٢=٩		٩
Walls and floors الجدران والأرضيات					
			٢=١٠		١٠
			١٢=١١		١١
Roofs الأسقف					
			٢=١٢		١٢
			١٢=١٣		١٣
			٥=١٤		١٤
			١٢=١٥		١٥
External features المظاهر الخارجية					
			١٢=١٦		١٦

١ . يجب أن تكون متسعة، ٤٠٪ إلى ٨٠٪ من مساحة الحائط . تطبق عندما تكون الحاجة الى تخزين حراري لزمن لا يزيد عن شهر واحد (A₁) ولا يكون هناك فصل بارد (A₃) .

٢ . تكون متوسطة، ٢٥٪ إلى ٤٠٪ من مساحة الحائط، تطبق عندما تكون الحاجة الى تخزين حراري لوقت لا يزيد عن شهر واحد ولا يكون هناك فصل بارد - أو عندما تكون الحاجة إلى تخزين حراري لشهرين - خمسة شهور.

٣ . صغيرة، ١٥٪ إلى ٢٥٪ من مساحة الحائط . عندما تكون الحاجة الى تخزين حراري ل ٦ إلى ١٠ أشهر.

٤ . صغيرة جداً، ١٠٪ إلى ٢٠٪ من مساحة الحائط . تطبق عندما تكون الحاجة الى تخزين حراري في معظم أيام السنة (١١ إلى ١٢ شهراً) ولا يزيد الفصل البارد عن ٣ أشهر.

٥ . ويوصى باستخدام فتحات صغيرة أيضاً عندما تكون الحاجة الى تخزين حراري في أثناء السنة جميعها ويكون دخول الشمس مرغوباً فيه في الفصل البارد لفترة لا تزيد عن ٤ أشهر.

٦ . عندما تكون حركة الرياح (H₁) أساسية لمدة ٣ أشهر أو أكثر، أو لفترة أقل وتكون الحاجة الى تخزين حراري لفترة أقل من نصف السنة (A₁) فانه لا بد من الفتحات لتوجيه النسيم الى السكان (انظر ٧، ٣، ٤ وما بعد والشكلين ٧٣ الى ٧٦) . يفضل أن توجه الى الشمال والجنوب . ولكن في هذه الحالة يمكن أن يكون لاتجاه الرياح الأسبقية بالنسبة لتوجيه الشمس.

٧ . عندما تكون حركة الرياح أساسية لشهر أو شهرين فقط وتكون الحاجة الى تخزين حراري لأكثر من ٦ أشهر أو عندما يكون تدفق الهواء أساسياً، ومرغوباً فيه لشهرين فقط أو أكثر (H₂) - فانه يمكن للغرف أن تكون مزدوجة (على صفين)، بحيث يكون في الحوائط الداخلية فتحات كافية . فيكون التوجيه الأمثل للشمس (شمال وجنوب) أولى من التوجيه بالنسبة للهواء.

٨ . يوصى بحجب أشعة الشمس كلياً في أثناء السنة، اذا لم يكن هناك فصل بارد أو عندما

لا يستمر لأكثر من شهرين. أما إذا كان الفصل البارد أطول، فإن فترة التظليل تحدّد كما هو موضح في ١١، ٢، ٨. بحيث يجب السماح للشمس بالدخول في الفترة الباردة .
٩. يجب حماية الفتحات من دخول الأمطار عندما يزيد تساقط الأمطار عن ٢٠٠ مم في الشهر (Hg). وللحماية المناسبة انظر ١٤، ٣، ٤. والشكل ٨٠ .
ملاحظة : يجب اختيار البندين ٨ و ٩ ان كانت تتأثر بتدفق الهواء. انظر ٤ - ٣ - ١٣ والأشكال ٧٧ الى ٧٩ .

١٠. عندما يكون التخزين الحراري مطلوباً (A_p) لمدة شهرين أو أكثر، تكون الحوائط الخارجية خفيفة مفضلة. يمكن أن تكون الحوائط من طوب مفرغ، بفرغات أكبر من ٤٠٪، أو حوائط غير سميكة، مثل ٥٠ مم خرسانة كثيفة، أو حوائط من صفائح تحتوي على فراغ (يمكن أن تكون الأخيرة ملجأ للحشرات والهوام). يجب أن تكون الأسطح الخارجية عاكسة.

١١. عندما تكون الرغبة في تخزين الحرارة لمدة أكثر من شهرين، فانه يوصي بحوائط خارجية ثقيلة. ويمكن عمل الحوائط من طوب مسمط، وحدات خرسانية أو خرسانة أو طوب طيني بسماكة ٣٠٠ مم. وقد تكون السماكة مقبولة اذا كانت في حدود ١٠٠ ملم. ولكنها يجب أن تعزل من الخارج (انظر ٢، ٣، ٣، والشكل ٤٢ وملحق ٦).

١٢. اذا امتدت الحاجة الى حركة هواء (H_p) لمدة ١٠ الى ١٢ شهراً، وكان التخزين الحراري لأقل من شهرين، فيجب استعمال سقف خفيف. ويجب أن لا يزيد زمن التخلف بأي حال من الأحوال عن ٣ ساعات. يجب أن يكون سطحها عاكساً وذا عزل جيد. ويكون الفراغ ضمن السقف أو ازدواجية السقف. وتكون قيمة U^١ للسقف والسطح في حدود (1W/m²egC).

١٣. بمتطلبات حركة هواء مشابهة، اذا كانت متطلبات تخزين الحرارة لأكثر من ثلاثة أشهر - أو لمتطلبات حركة هواء أقل من ٩ أشهر وتكون الحاجة الى تخزين حراري لمدة أقل من ٥ أشهر - فإن السقف يجب أن يظل خفيفاً، وعزله في هذه الحالة مهم جداً. ويوصي باستعمال قيمة U^١ لا تزيد (0.8 W/m²egC) يمكن الحصول على مثل هذا الأداء بصفائح خارجية عاكسة، وفراغ وسقف مجتموي على الأقل على ٢٥ مم مادة عازلة وسطح علوي عاكس (صفائح النيويم، على سبيل المثال).

١٤. وفي جميع الأحوال الأخرى يجب استعمال سقف كتلي، وزمن تخلف مدته ساعة أو أكثر (انظر ٣ - ٣ - ٢، والشكل ٤٣ وملحق ٦).

١٥. عندما يكون المؤشر A_2 واحداً فأكثر، فلا بد من عمل فراغ خارجي للنوم وغالبا ما يكون ذلك على السطح وفي هذه الحالة يجب أن يكون السقف قوياً بحيث يحتمل السير عليه.

١٦. وإذا كان المطر كثيفاً (H_3) ولولمدة شهر واحد من السنة، فانه يجب عمل تصريف مناسب للمطر. ويجب الابتعاد عن الماء الراكد (المزاييب المستوية) لأن ذلك يكون مأوى مناسباً للبعوض. وفي الجباني رخيصة التكاليف فان المزاييب في مستوى السقف أو الرفاريف للتخلص من الماء تكون مقبولة ولا سيما اذا كانت الحوائط محاطة بممشى خرساني أو وزرة بعرض ٥٠ سم، تميل بعيداً عن المبنى.

٨، ٣، ٤ نبائط التظليل
لقد وصفت متطلبات التظليل في (١٢، ٢، ٨)، بدليل زوايا التظليل أو حواجز الظلال، وبذلك فليس هنالك صعوبة في تصميم العناصر الحقيقية، أو نبائط التظليل ويمكن تقسيمها إلى أربعة أقسام رئيسية :

- أ (معلقة مفردة (فوق الفتحة)، ظلة (برانيط) أو مظلات
- ب (وحدات أفقية (معلقات متكررة : شفرات أباجور).
- جـ (وحدات عمودية متكررة : شفرات عمودية.
- هـ (نبائط أفقية أو عمودية معاً : مثل الطوب أو الوحدات الزخرفية المفرغة.

وقد مرت المعلومات الضرورية اللازمة لتصميمها في ١٣، ٢، ٤ والأشكال ٦٠ الى ٦٣. وهنالك، على كل حال، عوامل أخرى تؤثر على تصميمها، غير تلك المتعلقة بأداء التظليل، كالمواد، وطرق التركيب والتكاليف التي تعتبر أهم الأسباب، ولكن هنالك عوامل أخرى تعتمد على نية المصمم، مثل :

١. يمكن أن يكون الخيار باستعمال كاسرات افقية أو عمودية. الأولى يمكن أن تسمح برؤية الأرض حتى الأفق والثانية تحجب جميع المناظر (أمام الشباك) ما عدا جهة واحدة بزاوية حادة جداً. لهذا المنظر قيمة - سؤال منطقي.

٢. إن ظلة مفردة يمكن أن تلقي الظل المطلوب، ولكن استعمال حاجز من وحدات (خرسانية أو من الطوب) أفقية وعمودية، تعطي أداء مشابهاً

يمكن أن يخدم أهدافاً أخرى في الوقت نفسه، كتحديد بصري لفراغ (فراغ ذو عنصر مقفل)، وحماية من اللصوص ويمكن أيضاً أن تعطي تحكماً أفضل بضوء النهار.

وهناك بعض أشكال الانشاء تزود المبنى ببعض أنواع النبائط مثل :

أ) اذا كان هنالك أعمدة ظاهرة، أمكن تركيب بعض النبائط الأفقية بين هذه الأعمدة، ولكن إضافة أنواع أخرى من النبائط قد تسبب بعض الصعوبات وتزيد في التكلفة.

ب) إذا كان السقف مكوناً من بلاطة خرسانية مسلحة، مع بروز زفراف حوالي ٥٠ سم، وكانت النافذة مرتفعة، وقمطها على مستوى السقف، فان امتداداً بسيطاً لبلاطة السقف يمكن أن يحل معضلة التظليل. ويمكن أن يكون هذا الحل ذا فائدة انشائية ولكنه قد يحجب المنظر ويؤثر تأثيراً عكسياً على حركة الهواء (انظر ١٣، ٣، ٤).

ويجب أن تحقق هذه العناصر المتطلبات التي وضعت من قبل، التي يمكن أن تختار زوايا التظليل من خيارات وتوفيقات (بين الزوايا العمودية والأفقية) مختلفة وبحيث تؤدي إلى تحقيق متطلبات التظليل، وكل ذلك يكون المصمم حر التصرف به.

يجب أن يكون الأداء الحراري المطلوب للحوائط والأسقف قد حدد مسبقاً، اما في مرحلة التحليلات المتقدمة (على الأقل بشكل بنود عامة، كاستعمال جدول ماهوني رقم ٣، بنود ١٢ إلى ١٥، كما هو موصوف في ٨، ١، ١١، أو في مرحلة التطوير، كما نوقش في ٨، ٢، ٨ و ٩. فإذا لم يحدث ذلك، او اذا كان هنالك شعور باعادة التأكيد، فان الجدول ماهوني رقم ٤ مناسب لتأسيس الأداء المطلوب .

٨، ٣، ٥

الحوائط
والأسقف

وعندما يوصف الأداء على شكل قيمة U وعلى شكل قيمة زمن التخلف، فان اختيار المادة الفعلية (أو المواد) وطريقة الاشاء يجب أن تتبع. وهذا واضح أنه هدف لمرحلة تصميم العناصر.

ويمكن حساب قيمة النفاذية أو قيم U بسهولة تامة لأي انشاء مركب،

باتباع الطريقة الموضحة في ١٠، ١، ٣، ١١. إن المعطيات الأساسية الضرورية لهذا، مثل قيمة الموصلية (قيم K) للمواد، ومقاومة الفراغات والأسطح، يمكن إيجادها في الملحق ٥. والملحق ٤، ٥ يبين، على كل حال، قيم U نفسها لمعظم عناصر الانشاء التي تستعمل عادة في المباني.

إن تعريف زمن التخلف (time-lag) لعنصر إنشائي متجانس عملية سهلة تماماً. ويمكن قراءتها من المنحنى في الشكل (٤٣). وأما حساب زمن التخلف لعناصر إنشائية مركبة فهو عملية طويلة معقدة. ويمكن أن يعتمد في الأحوال العملية على المعطيات المطبوعة، مثل تلك المعطاة في الملحق ٦. وفي ما يلي بعض الخطوط العريضة :

١. المتطلبات : قيمة $U =$ أقل من ٢ واط/م^٢ درجة مئوية .
زمن التخلف = أكثر من ٨ ساعات
الامتصاص كحد أقصى = ٠,٥٠
٢. الامتصاص : كحد أقصى ٠,٥٠ .
١٠٠ مم وحدات مفرغة أو خفيفة، فراغ كحد أدنى ٢٥ مم + ١٠٠
وحدات خرسانية مسطرة .
٣. الامتصاص كحد أقصى ٠,٥٠ .
أي ألواح معدنية، فراغ ٢٥ كحد أدنى + ٢٠٠ مم وحدات خرسانية مسطرة .
٤. الامتصاص كحد أقصى ٠,٧٥ .
أي ألواح معدنية، ٢٥ ملم بولسترين ممدد + ١٠٠ مم وحدات خرسانية مسطرة .

٨,٣,٦
المنشآت ذات
زمن التخلف
الطويل الأسطح

المتطلبات : قيمة $U =$ أقل من ٠,٨٥ واط/م^٢ درجة مئوية
زمن تخلف = أكبر من ٨ ساعات

الأسقف

١. ٧٥ مم بلاطة شمسية (بلاط خرساني، مع فراغ ٧٥ مم تحته) + طبقتين

من الاسفلت + ٥٠ مم طبقة من الاسمنت والكام + ١٠٠ مم بلاطة خرسانية مسلحة.

٢. ٥٠ مم شرحات بيضاء من القار + ٤٠ مم بولسترين ممدد + ١٠٠ مم بلاطة خرسانية مسلحة.

٣. صفائح من الألمنيوم المّوج + فراغ صغير + ٤٠ مم بولسترين ممدد + ٥٠ مم بلاطة خرسانية مسلحة.

لقد أعطيت بعض الملاحظات للفتحات في مرحلة التحاليل المتقدمة (الجدول ماهوني رقم ٣، في ١٠، ١، ٨). وفي مرحلة التطوير وضعت مواصفات أدق. (٢، ٨). وفي مرحلة تصميم العناصر يقدم الجدول ماهوني رقم ٤ فرصة أخرى للتأكد من التوصيات المقدمة سابقاً. والآن، عندما نأتي إلى تصميم الفتحات الفعلي، كعنصر في المبنى، هنالك معايير مختلفة مما تقدم يجب أن تجمع وهي :

الحجم

المكان والتوجيه

العناصر القابلة للفعل (الزجاج، الأباجورات .. الخ)

نبائط التظليل المصاحبة

حواجز الذباب والحشرات

نبائط الأمان مثل حديد الحماية

كل هذه العناصر تؤثر بعضها في بعض. إن الفتحات مع نبائط التحكم الخاصة بها، يجب أن تحقق المتطلبات التالية :

التهوية وحركة الريح

التسكير لمنع الهواء في بعض الأحيان

السماح لضوء النهار والتحكم بالابهار

تجنب حرارة الشمس

الحماية من الحشرات واللصوص

تأثير البصر والمنظر

ربما تكون الفتحات أكثر الأهداف التصميمية صعوبة وتعقيداً. ان

٨، ٣، ٧
الفتحات

الاعتبار الدقيق، ووزن المتطلبات السابقة يعتبر ضرورياً قبل أن يبدأ المصمم بالعمل.

إن عوامل المناخ تبين أهم المتطلبات السابقة. وعندئذ يمكن تصميم الفتحات ضمن هذه الأسس. وعندما يتم تحقيق جميع العوامل (مثل الأباجورات، كاسرات الشمس، حواجز الحشرات ومصبغات الحماية) بات على المصمم التأكد ثانية مما إذا كانت المتطلبات الأساسية (على سبيل المثال، حركة الهواء) ما زالت تتحقق بكفاءة. فقد يكون بعض التعديل ضرورياً (مثل زيادة المساحة للسماح بحجب جزئي).

قد نوقش اعتماد الاضواء النهارية على ظروف المناخ في ٥, ٢, ٢ و ٥, ٢, ٦ أ إلى ٨. عندما تعتبر مع، ربما، متطلبات التهوية، فقد تبرز بعض الملاحظات المهمة.

إن المساحة اللازمة لدخول الضوء، في المناخات المعتدلة، يجب أن تكون أوسع منها للتهوية. فيكون الحل فتحة كاملة التزجيج، مع وجود بعض الزجاج الثابت (ليس كله) أو البعض قابل للفتح. ولكن في المدارين، وخصوصاً في المناخات المركبة، فإن العكس هو الصحيح. تكون الحاجة إلى مساحات أوسع للتهوية منها للاضواء النهارية. فيكون الحل فتحات متسعة، قابلة للفتح جميعاً مع وجود بعض النبائط تقفل تماماً وبعضها أباجورات غير شفافة

ويمكن أن تحقق أفضل الحلول وأكثرها أصالة من خلال تطبيق مبدأ فصل الوظائف. وبدلاً من محاولة تصميم نافذة تحقق الوظائف الستة السابقة، يمكن للمرء أن يعطي أربع مجموعات من النوافذ: الأولى لضوء النهار والثانية للتمتع بالمنظر الخارجي والثالثة لحركة الهواء والرابعة، في حالة الحاجة إليها، للتهوية. الجميع بحاجة للحماية من أشعة الشمس المباشرة واللصوص والحشرات.

إن هذا الفصل للوظائف يمكن أن يضع حداً لعهد طويل من «الشيء الصالح لكل المناسبات» وهو النافذة التقليدية. يمكن أن تصبح خطوة مهمة باتجاه معجم حديث - وأساس في العمارة.

إن الغشاء الذي يفصل بين الفراغ الداخلي عن الفراغ الخارجي في المناخات المدارية الحارة الجافة، سوف يتكون عندئذ من أربعة عناصر هي :

١. مساحة حوائط ثقيلة وسعة حرارية مناسبة .
٢. فتحات ذات أبعاد ثقيلة، محصنة ضد اللصوص والبعوض قريبة من الحوائط والسقف للتبريد الليلي،
٣. مساحة حائط نصف شفافة (للإضاءة النهارية)، مكونة من طوب زجاجي مفرغ أو من بلاستيك قابل لتمرير الضوء .
٤. إطار صغير للنظر (مكون من زجاج مزدوج أو من ثلاث طبقات زجاج ومحمي من أشعة الشمس المباشرة) والذي يكون مشكلاً وموضوعاً بعناية لاعطاء أفضل اتصال بصري بالعالم الخارجي .

وهناك عنصر خامس لا يشكل بالضرورة جزءاً من الغشاء الخارجي .
ألا وهو مجموعة من الفتحات المتحكم بها متصلة بمدخنة للتهوية النهارية .

وفي المناخات الحارة الجافة المدارية، يكون العنصر رقم ١ الأوسع في المساحة . وفي المناطق الدافئة الرطبة، فإن العنصر رقم ٢ سوف يكون أوسع ويمكن الاستغناء عن العنصر الخامس كلياً .

إن التماسك في التفاصيل مبدأ قديم في العمارة . ويجب تصميم كل تفصيلة ضمن الحل الكلي، ويجب أن تعكس، فكرة التصميم الكلية بدورها .

٨،٣،٨

التماسك

ولما كانت هذه صحيحة بشكل عام، فإنها صحيحة أيضاً ومهمة للتصميم المناخي . إنها لا تتضمن فقط تماسكاً شكلياً، ولكن تتضمن أيضاً تماسكاً في الوظيفة . وعلى كل حال، إن كان الحل النهائي بالنسبة للمناخ جيداً، وكانت التفاصيل سيئة، فيمكن لذلك أن يقضي على أداء المبنى . وإذا كان الحل الكلي بالنسبة للمناخ (الظروف الخارجية قاسرة) ليس صحيحاً تماماً لسبب أو لآخر، فإن التفاصيل المدروسة الجيدة يمكنها أن تجعل المبنى مقبولا، فإن لم تحقق الراحة، فإنها على الأقل تلطف ظروف عدم الراحة .

وتمثل الحل المثالي، عندما تكون في خلق ظروف راحة للإنسان ولنشاطاته . وذلك عندما تكون الفكرة الكلية والتفاصيل قد شكلت للغرض نفسه .

٨,٤ المجسمات والمناظرة

- ٨,٤,١ النماذج
- ٨,٤,٢ وسائل التصميم ووسائل التقييم
- ٨,٤,٣ الرسومات
- ٨,٤,٤ نفق الرياح
- ٨,٤,٥ مجسم مجال الشمس
- ٨,٤,٦ السماء الصناعية
- ٨,٤,٧ مناظير تدفق الحرارة
- ٨,٤,٨ الحاسبات
- ٨,٤,٩ جداول ماهوني المنسقة في الحاسوب
- ٨,٤,١٠ التطويرات الاضافية

تستعمل كلمة نموذج هنا بمعنى عام، أي تمثيل نظام بآخر، أي تشبيهها من وجهة النظر المعطاة. وبهذا المعنى يمكن أن نتحدث عما يلي :

١. رسومات، تمثيل الأجسام ذات الأبعاد الثلاث برسومات ذات بعدين .

٢. مجسمات فيزيائية، عمل أجسام بمقاسات صغيرة، لهدف معين، يمكن أن تمثل :

البعد البصري

الانشاء

ولدراسات تدفق الهواء

ولدراسات الاضاءة، الخ

جـ) المشابهة، مثل مشابهة تدفق الحرارة أو الكهرباء، أو مشابهة خيط أو حبل لنموذج حركة . وتقع محاكاة الحاسبات تحت هذا البند .

د) النماذج الرياضية وتمثل أي نظام . ويمكن لهذا أن يستعمل مع الحاسبات أو دونها .

٨,٤,١
النماذج

تنقسم هذه النماذج الى باين عريضين من حيث استعمالها:

٨،٤،٢

وسائل التصميم
والتقييم

١. وسائل التصميم، حيث لا تكون هنالك حاجة لفرضيات حيث يأتي الحل من خلال التحليلات باستعمال المجسم، أي التحليلات المتقدمة. وتُعدُّ طرق الأنظمة المثل والحساب من وسائل التصميم.

٢. وسائل التقييم، حيث تكون الحاجة لعمل بعض افتراضات التصميم، التي تمثل حينئذ بواسطة مجسم وتختبر، وتؤدي إلى بعض التعديلات، أي الى تحليلات رجعية. ويقع تحت هذا العنوان بعض طرق الصح والخطأ وبرامج الحاسبات المتكررة.

وقد تستعمل في مناسبات كثيرة الوسائل نفسها للتقييم في خطوة وللتصميم في الخطوة التالية.

إضافة إلى كونها أكثر وسائل الاتصال العامة في العمارة والمباني، فإن الرسومات تستعمل عادة من المصمم كوسيلة مساعدة في التصميم. وفي حالات كثيرة يستعمل المصمم الرسومات (رسومات باستعمال الأدوات أو مجرد كروكيات) لاختبار أو تقييم فكرة ما من وجهة نظر المنظر أو الانشاء تساعده في الاجابة على الأسئلة: كيف يبدو ذلك؟ أو كيف يعمل؟

٨،٤،٣

الرسومات

وفي العادة تستعمل النماذج والمكائنات لتقريب صورة مشروع ما للحس المرئي. فإذا كان المقياس مناسباً، فإن المجسم نفسه يمكن أن يختبر في نفق الرياح (انظر ٧،٣،٤ والشكل ٧٠) لاختبار تدفق الهواء حول المباني.

٨،٤،٤

نفق الرياح

وينصح بذلك عند إجراء مثل هذا الاختبار في أية مرحلة متقدمة. مثل إنهاء المشروع على مجسمات مبدئية أو غير دقيقة. وتُعدُّ المجسمات الفيزيائية وسائل تقييم ويمكن أن تؤدي نتائج الاختبار إلى بعض التحويرات أو انغييرات، التي يمكن أن تغير بعض المظاهر الأساسية، كالخجم والشكل وتنظيم المباني. إنها حقاً يمكن أن تكون وسائل لاتخاذ قرارات واختبار أحد الحلول المتعددة الممكنة. ويمكن للمجسم المتغير أن يسمح لاختيارات المتغيرات.

وتزداد الحاجة لمثل هذه الاختبارات، وخصوصاً في المشاريع التطويرية

الكبيرة أو المشاريع التي تحتوي على مجموعة من المباني . ومن المفيد اختبار حتى مبنى منفرد، من وجهين :

- أ) كيف تؤثر نهاية الأجسام على تدفق الهواء الواصل إلى البناية المعنية؟
ب) كيف تؤثر البناية المعنية على المحيط الموجود بعكس اتجاه الرياح .

وهنا لا بد من تمثيل على الجسم ليس على المبنى الذي تم تصميمه فقط، ولكن على جميع المباني المحيطة والمظاهر والتضاريس الطبيعية الموجودة في الأصل أيضاً .

وهناك هدف آخر للاختبار وهو تدفق الهواء خلال فراغ محدد . وهذا يتطلب جسماً ليس كبيراً في حجمه وحسب، ولكنه الى جانب ذلك يعطي تمثيلاً حقيقياً للفتحات والأجسام ضمن هذا الفراغ .

وأياً كان الهدف، فان الاختبار نفسه يمكن أن يتخذ ثلاثة أشكال :

١ . ملاحظة نمط تدفق الهواء، باستعمال آثار الدخان . ويمكن للدخان أن يتولد من حارقة تعمل على النفط مع مكيفة ضغط ثاني أكسيد الكربون، باستعمال مادة كلورور التيتانيوم* (titanium tetrachloride) أو بواسطة حرق البخور (عبدان الجس)

٢ . قياس توزيع الضغط ، عادة باستعمال أنبوب مصغر على شكل حرف L (Pilot-tubest)** كأجهزة حساسة، متصلة بجهاز لقياس الضغط .

٣ . قياس سرعة الهواء في نقاط مختلفة . إن أفضل طريقة لذلك هي قياس سرعة الهواء ذي السلك الحار الموصل بمقياس فرق الجهد . ويجب التعبير عن القيم المطلقة للسرعات في النقاط المختلفة بواسطة نسب السرعات، وربط كل قراءة بسرعة الهواء الحرة .

* وهو سائل غالي التكلفة ويستعمل فقط على شكل كميات قليلة جداً ولدة قصيرة نظراً لتأثيره على الحجارة والأنف .

** وهو انبوب طويل رأسه على شكل (L) يقيس الضغط الديناميكي نتيجة لحركة الرياح فوق الضغط الثابت .

إن نفق الرياح يُعَدُّ من الوسائل المساعدة في التصميم ويمكن أن تصنف كوسيلة تقييم. وتأتي أهميتها نظراً لأن المجسمات الرياضية يمكن استعمالها فقط في التنبؤ بنمط تدفق الهواء وتوزيع السرعات في الأحوال البسيطة نسبياً. ولكن في الأحوال المعقدة، فإن الأسلوب الوحيد المتيسر هو نفق الرياح.

للتنبؤ بالعزل والظلال فإن مخططات ممرات الشمس الثلاثية الأبعاد (مخططات الشمس) والمنقلة المحقة - تعطي العون الكافي في التصميم وهي سهلة الاستعمال (انظر ١٠، ٢، ٤، ١٢، ٢، ٨، وملحق ٨). ويمكن اعتبار هذه المجموعة مجسمات تصويرية تبين العلاقة بين الشمس والمبنى. ويمكن استعمالها كوسائل تقييم للحل المقترح، ولكنها وسائل تصميم بدائية.

لقد تم بناء مجموعة من النماذج أو الأجهزة لمحاكاة العلاقة بين الشمس والمبنى ولتسهيل دراسة العزل والظلال على المجسمات. ويمكن استعمالها لعدة أهداف:

أ) كوسيلة تقييم نهائية على مجسم لمشروع كامل.
ب) وفي حالة مشروع معقد، حيث تم تحديد بعض النقاط البارزة تحليلياً (لتحديد جميع التفاصيل لجميع الاحتمالات التي سوف تكون عملية مطولة جداً)، لاختبار عمل جميع عناصر المشروع المعقدة والتفاصيل المقترضة.

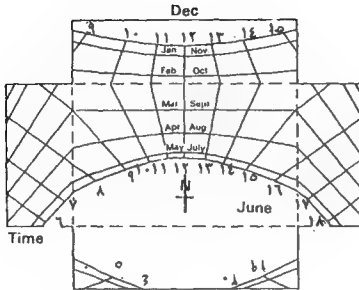
ج) كوسيلة تعليم، أو للمساعدة في رؤية العلاقة بين الشمس والمبنى، التي نحتاج إلى قليل من المحددات بالنسبة إلى الطرق البيانية.

إن مزولة الشمس (Sun-dial) تُعَدُّ وسيلة بسيطة جداً ورخيصة (شكل ١٧٤). إذا وصلت بالمجسم، يمكن للجسم أن يحول ويميل حتى يبين اليوم والوقت المطلوب. وعندئذ يمكن استعمال أي مصدر ضوئي. وتحقق أفضل النتائج باستعمال إضاءة الشمس خارج المبنى.

٨، ٤، ٥

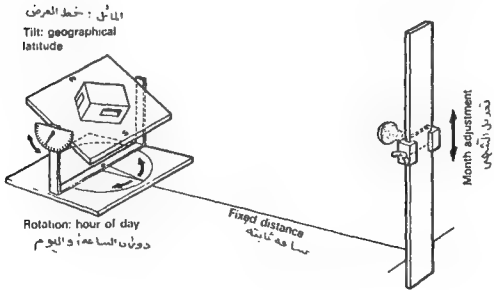
مجسم
الشمس

الشكل (١٧٤): قرص الشمس



Fold and paste inside matchbox
Fix a 14 mm high stick at the
'N' -point, orientate to north
point of model. Turn and tilt model
and dial until tip of the shadow of the
stick is at the required date and hour.

الشكل (١٧٥): المشاية



للمشاهدة (heliodon) طاولة مجسم قابلة للدورات وللميلان (الشكل ١٧٥) (يعدل خط العرض والساعة) وتنزلق وحدة إنارة إلى أعلى وأسفل على مجرى عمودي على بعد ما (يعدل الوقت من السنة). ميزاتها : رخيصة التكليف، وعبوها أنها منضدة صغيرة، ويجب تثبيت المجسم عليها لأنه سيميل، وهناك صعوبة في مشاهدة موقع الشمس بالنسبة للمبنى .

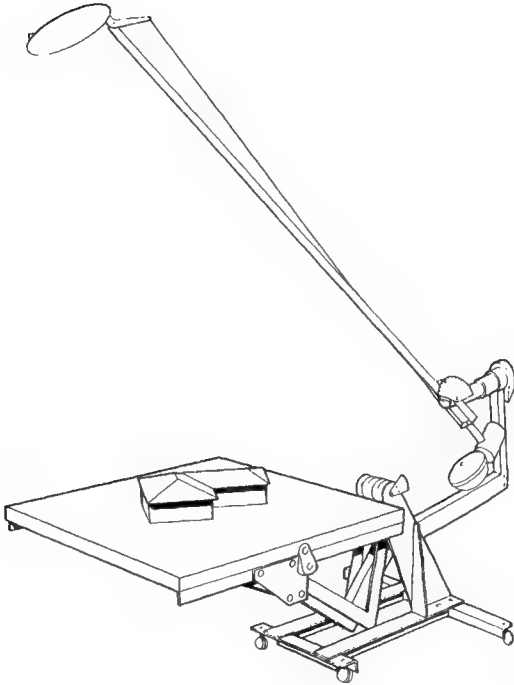
ولجهاز مدى الشمس (الأول) (solarscope A) ، الشكل ١٧٦ طاولة أفقية ووحدة إضاءة (أو مرآة) مثبتة في نهاية ذراع طويل له ثلاث طرق للحركة (تغيير للشهر والساعة وخط العرض). ميزاته : تبقى الطاولة في مستوى أفقي، يمكن أن يستعمل لمجسمات كبيرة، وقد لا يثبت المجسم لتعديل وضعه. وأما عيوبه فهي دقة الانتاج الهندسي وتكلفته وخطوط العرض المستعملة محدودة.

أما جهاز مدى الشمس (الثاني) (solarscope B) ، فله سكة تشبه ثلاثة أرباع دائرة، تمثل مسار الشمس، بحركة مائلة (تمثل خط العرض) وموازية (تمثل الوقت من السنة)، حيث يتحرك مصباح، يعطي ضبط الساعة. ميزاته، كالسابق غير أن مسار الشمس الكامل يوضح بالسكة نفسها دائماً وبذلك يكون أسهل للفهم وهو المفضل للأغراض التعليمية.

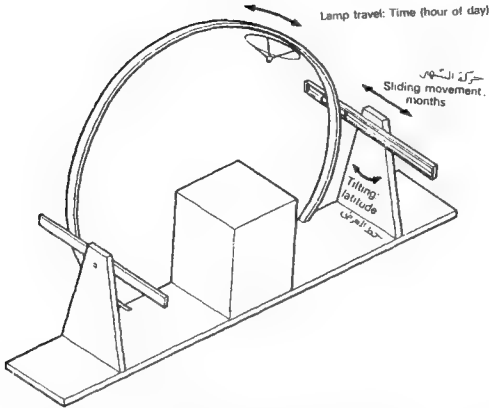
ومن عيوبه : أنه بحاجة إلى مساحة كبيرة وإنشاء كتلي، وهو أيضاً باهظ التكليف.

وفي أي من هذه الأجهزة، يمكن اختيار مجسم مرئي لمجموعة من المباني للتنبؤ بامتداد ومدى الظلال للفراغات الخارجية المسببة من المباني وكذلك ظلال المباني. ويستعمل مقياس كبير، بالحجم نفسه، لناقذة واحدة مع جزء من الغرفة المحيطة بها لاختبار نبيطة ظلال. يمكن استعمالها لاتخاذ القرارات في اختيار نوع معين من أنواع كثيرة ممكنة. وذلك باستعمال قطع متحركة، يمكن فكها وتركيبها بسهولة، لتحديد الظل المفضل ومكان النبيطة.

الشكل ١٧٦ جهاز ملى الشمس (الأول)



الشكل ١٧٧ : جهاز مدى الشمس (الثاني)



تستعمل السماء الصناعية (artificial sky) لدراسة الاضاءة النهارية على المجسمات. وهي نوعان : سماء ذات مرايا نصف كروية، وسماء مستطيلة وقد مروصفها في ١٤، ٣، ٥ وفي الشكل (١٠٨). حيث وُضِّح الهدف منها وطريقة استعمالها. إنهما بعض وسائل التقييم، حيث يجب بناء المجسم أولاً تبعاً لبعض الفرضيات. ويمكن استعمال مجسمات ذات عناصر متغيرة لاختبار أفضل حل من الحلول الممكنة.

٨.٤.٦

السماء الصناعية

إن منقلة الاضاءة النهارية (٤، ٣، ٥ والشكل ٩٩) تُعدُّ مشابهة بالرسم البياني ويمكن استعمالها للتنبؤ بمركبة السماء في الاضاءة النهارية على أسس رسم بياني (مجسم ذو بعدين) فقط. إنها أيضاً وسيلة تقييم؛ إذ إن التصميم يجب أن يفترض قبل استعمالها. ويُعدُّ الرسم البياني لوعاء الفلفل (pepper-pot diagram) (١٠، ٣، ٥ والشكل ١٠٣) مشابهاً بالرسم البياني، ولكن يمكن استعماله وسيلة تصميم موجبة.

إن المشابهة بالرسمين البيانيين، تعطي نتائج مرضية لأوضاع بسيطة ونمطية. ويمكن الاعتماد على المجسمات في المواضع المعقدة وغير العادية.

إن السماء الصناعية والمحاكاة بالرسم البياني تعطيان نتائج مقبولة تحت ظروف السماء الغائمة، أو للتنبؤ بمركبة الاضاءة غير المباشرة لاناارة السماء الصافية (٥,٣,١١). وأما الشمس المباشرة فيمكن دراستها على مجسات باستعمال جهاز مدى الشمس (solarscope) وتقاس المركبة غير المباشرة المنتشرة في السماء الصناعية. وليس هناك تقنية بسيطة لهذا الغرض حتى الآن إن هذه الطريقة تعد وسيلة بحث أكثر منها وسيلة تصميم.

إن المحاكاة بالرسم البياني وحيث تتوافر بعض التحديدات في الاستفادة بالتنبؤ. بالشمس واناارة السماء الصافية هو الرسم الثلاثي الأبعاد الموضح في الشكل ١٠٥ (٥,٣,١١).

ويسهل وصف تدفق الحرارة خلال عنصر أو خلال غلاف مبنى بأكمله، تحت ظروف حالة الثبات، بواسطة نماذج رياضية. ولكن، عندما تغير درجة الحرارة على جهة أو جهتين، فإن النموذج الرياضي يصبح كثير التعقيد ومرهقاً في الاستعمال. ويكون الحل في هذه الحال هو المحاكاة بالمجسات.

٨,٤,٧

مشاهدة تدفق الحرارة

يمثل الاختلاف في درجات الحرارة الخارجية والداخلية، في المحاكاة الكهربائية، باختلاف الجهد بين القطبين. وتمثل المقاومة الحرارية للأسطح وطبقات المواد بواسطة مقاومات كهربائية. وتمثل السعة الحرارية للعناصر المختلفة بمكثفات، وباستعمال مقاومة بمأخذ كهربائي وعناصر مكثفة على أساس لوحة مأخذ فيمكن قراءة النظام الحراري المتكامل للمبنى بواسطة مقياس الفولتية (voltmeter)، وتقاس كميات تدفق الحرارة بواسطة جهاز أميتر (ammeter)، مقياس شدة التيار الكهربائي، وباستعمال مقياس مناسب للزمن يمكن قياس ممرات موجات الحرارة. إن ذلك، من ناحية مبدئية، وسيلة تقييم، وحيث أن العناصر قابلة للتغير، فمن الممكن اختيار مجموعة من التوافقات أو التركيبات التي يمكن أن تساعد في اتخاذ القرارات.

وفي المحاكاة الهيدروليكية (hydraulic)، فإن الاختلاف في درجات الحرارة تماثل بمستوى الماء (وهكذا باختلاف الضغط) في أنبوبين عموديين. وبوصل الأنابيب ذات الأقطار الضيقة المختلفة (موصولة بخط) تمثل المقاومة الحرارية للأسطح والطبقات المختلفة للمواد. وتمثل الأتية المتوازية عناصر

مختلفة . وتمثل محتويات الأنابيب الزجاجية المقاومات الحرارية لطبقات المواد . ويعطي مستوى الماء في كل أنبوب درجة الحرارة المحلية (الخاصة بالمادة) . وتعطي كمية الماء المتدفقة كمية تدفق الحرارة .

إن تجميع وترتيب الأنابيب تُعدُّ عملية معقدة ومرهقة ، ولا يوجد في ما نعلم من يستطيع أن يعطي تمثيلاً كاملاً لمبنى . إن هذه العملية مفيدة جداً ، في تمثيل التصرف الحراري لعنصر واحد . إنها وسيلة استعراضية أكثر منها وسيلة عون للتصميم .

وهناك عدد من البرامج لدراسة تدفق الحرارة باستعمال حاسبة رقمية . ويزداد أعداد هذه البرامج يومياً ، ويتم تطوير هذه البرامج من الباحثين أكثر فأكثر . وعموماً إذا كان هناك نظام تم وصفه بطريقة حسابية أو باستعمال مشابهة هندسية بيانية ، فليس هناك ما يحول دون تحويل الحسابات إلى برنامج للحاسوب .

٨٠٤٠٨
الحسابات

هناك برامج موجودة لحسابات تدفق الحرارة وللتنبؤ بالإضاءة النهارية . وقد برجت مخططات الشمس تصميم نباتات الظل . كل ذلك كون وسائل تدقيق ، تستعمل في التحليلات الخافية . بعد أن يفترض حل ما ، فإن التنبؤ بأدائه بواسطة الحاسوب يصبح ممكناً .

إن التحسين على النباتات التي يتم ادخالها وإخراجها ، أي تفاعل الإنسان والآلة (مثل كراسة الكروكيات ، شاشة أنبوب الأشعة الهابطة cathod ray) ، بقلم مضيء ، قد سهلت مجموعة جديدة من البرامج من النوع INTUVAL (بالتقدير بالحدس) . ويتكون حل بالإداهة ويقوم الحاسوب بطبعة ، أو إسقاطه على الشاشة ، كمجموعة كاملة من النتائج ، تساعد في تقديرها وتقويمها . ويمكن أن يكون الحل سريعاً وسهلاً للتعديل ، وسوف تظهر الأرقام المعدلة على الشاشة النتائج في الحال . وهكذا فإن الحاسوب أصبح وسيلة تصميم قوية .

وقد بنيت عدة برامج على أسس الأفضلية الحسابية ، مثل المستشفيات . وهذه ليست لفحص الفرضيات المسلم بها وحسب ، ولكنها في الحقيقة تولد الحلول . ومن عيوبها في الوقت الحاضر أن الحل يكون مفضلاً بالنسبة لمقياس

واحد أو مقاييس قليلة. وقد أنتج في بعض الأمثلة مسقط أفقي، قليل مسافة الحركة. وكان واضحاً أن المعضلات الجانبية يمكن حلها، والأنظمة الجانبية يمكن أن تصل إلى الوضع المفضل في مثل هذا البرنامج، ولكن التركيب ما زال متروكاً للمصمم.

٨,٤,٩
جدول ماهوني إن الطريقة ذات منطق واضح قصير، وقد أدت بنفسها إلى تطبيقات الحاسوب. وهناك برنامج قد أعد وأصبح متداولاً.

إن المعطيات الداخلة في الحاسوب، تحوي الجدول رقم ١، وتحت درجات الحرارة والرطوبة وتساقط الأمطار. وقد وضع البرنامج حدود الراحة المفضلة، ويقوم بتشخيص المؤثرات وتحقيقها وترجم ذلك إلى مواصفات وتوصيات، تخرج في النهاية كنتيجة.

إن حدود استعمال الطريقة هي نفسها حدود جدول ماهوني، كما نوقش في ٨,١,١٢. وعلى كل حال، لما كان الحاسوب قادراً على إنجاز ذلك بسرعة كبيرة، فإن الطريقة يمكن أن تستعمل لغرضين آخرين إضافة إلى استعمالها كوسيلة تصميم وذلك :

١. لتأسيس مناطق تصميم المناخ ليس بلغة مواصفات المناخ، ولكن تبعاً لتوصيات التصميم الحقيقية. وذلك بمعاملة معطيات المناخ من مواقع كثيرة جداً في الاقليم أو البلدان.

٢. ولأهداف التعليم : حيث يصنع البرنامج نفسه، بعملية سريعة، في تناول محادثة حسابية، تولد حلول واشكال مبان مختلفة، وذلك من خلال عرض التغيرات ومدتها في ظروف المناخ.

٨,٤,١٠
التطويرات الإضافية
إن طرق الحاسوب متوافرة وهي إما أن تكون ذات مواصفات محددة، تعنى فقط بمعضلات جانبية ضيقة، وإذا كانت شاملة، فإنها تبقى في مستوى عموميات عريضة. ومن المتوقع أن يحدث تطوير إضافي باتجاه جمع كلا الطريقتين.

إن طريقة مثل جداول ماهوني، من جهة، يمكن أن تعطي تحليلات متقدمة سريعة (على شكل كروكيات)، وتؤسس المتغيرات العريضة. ومن جهة أخرى، يمكن اعتياداً على هذه المتغيرات العريضة، توليد عدة حلول متاحة، وهي حدسية تقريباً، ويمكن حينئذ تقييمها على أنها تحليلات على وتيرة واحدة (روتينية) خلفية سريعة مما يمكن أن يفتح الطريق إلى برنامج للتصميم المناخي الشامل، من تحليلات المناخ الأساسية إلى تصميم التفاصيل.

Bibliography المرجعية

- 1 KENDREW W G *Climatology* Clarendon Press, 1957
- 2 SUTTON, O G *Understanding weather* Penguin Books, 1962
- 3 FLOHN H *Climate and weather* World University Library, Weidenfeld and Nicolson 1969
- 4 LEE, D H K *Physiological objectives in hot weather housing* Washington, D C., 1953
- 5 BANHAM, REYNER *The architecture of the well-tempered environment* Architectural Press, 1969
- 6 ATKINSON, G A *Tropical architecture and building standards* Conference on tropical architecture, 1953 Report of proceedings, 1954
- 7 METEOROLOGICAL OFFICE (Air Ministry). *Tables of temperature, relative humidity and precipitation for the world*. 6 vols HMSO, 1958
- 8 LANDSBERG, H E 'Microclimatic research, in relation to building construction' *The Arch Forum*, 86, No 3, March 1947, 114-119
- 9 KOENIGSBERGER, O, MILLAR, J S and COSTOPOLOUS, J. 'Window and ventilator openings in warm and humid climates' *Arch Sc Rev.* 2, No 2, 1959, 82-96
- 10 *An index of exposure to driving rain* BRS Digest 23 (second series)
- 11 CUNLIFFE, D W and MUNCEY, R W 'Thermal inertia effects on building air conditioning loads' *Australian Refrig., Air-cond and Heating*, May 1965, 18-28
- 12 NATIONAL PHYSICS LABORATORY *Changing to the metric system* HMSO, 1967
- 13 LANDSBERG H E *et al* *World maps of climatology* Springer (Berlin), 1965
- 14 PAGE, J K. *Climate and town planning, with special reference to tropical and sub-tropical climates* BRS Overseas Building Notes, No 52, June 1958
- 15 ATKINSON, G A 'An introduction to tropical building design' *Architectural Design*, xxi, Oct 1953, 268
- 16 GEIGER, R *The climate near the ground*. Harvard University Press, 1957
- 17 SEALEY, A 'Local air flow and building' *A.J.*, 142, Oct 1965, 983
- 18 SHELLARD, H C 'Microclimate and housing 1 Topographical effects' *A.J.*, 141, Jan 1965, 22
- 19 CROWDEN, C P. *Indoor climate and thermal comfort in the tropics* Conference on tropical architecture, 1953 Report of proceedings, 1954, 27
- 20 FOX, R H *Thermal comfort in industry* Ergonomics for industry, No. 8. Ministry of Technology, 1965
- 21 BEDFORD, T *Environmental warmth and its measurement* Medical Research Council, War Memorandum No. 17 HMSO, 1940/1961
- 22 EDHOLM, O G *The biology of work* World University Library, Weidenfeld and Nicolson, 1967
- 23 GIVONI, B *Man, climate and architecture* Elsevier, 1969
- 24 BASSETT, C R and PRITCHARD, M D W *Environmental physics heating* Longmans, 1968.
- 25 VAN STRAATEN, J F *Thermal performance of buildings* Elsevier, 1967
- 26 OLGAY, V *Design with climate* Princeton University Press, 1963
- 27 HUNTINGDON, E *Civilisation and climate*, Yale University Press, 1948
- 28 A lecture by DR THOMPSON to the Department of Tropical Studies Architectural Association, 1963
- 29 BEDFORD, T *Warmth factor in comfort at work* Medical Research Council, Industrial Health Research Board, Report No 76 HMSO 1936

- 30 WINSLOW, C E A, HERRINGTON, L P and GAGGE, A P 'Physiological reactions to environmental temperature' *American J of Physiology*, **120**, 1937, 1-22
- 31 WEBB, C G *Ventilation in warm climates* BRS Overseas Building Notes, No 66, March 1960
- 32 MCARDLE B *et al* *Prediction of the physiological effect of warm and hot environments* Medical Research Council, RNP 47/391
- 33 BELDING, H S and HATCH, T F 'Index for evaluating heat stress in terms of resulting physiological strain' *American J of Heating, Piping and Air Conditioning*, **27**, No 8 Aug 1955
- 34 DRYSDALE, J W *Physiological Study No. 2*, Technical Study 32 C'wealth Exp. Bu. Sin (Sydney), 1950
- 35 OLGAY, V *Bioclimatic approach to architecture* Housing and home finance agency (US) Report on project 1-T-130
- 36 GIVONI, B *Estimation of the effect of climate on man: developing a new thermal index* Technion (Haifa), 1963
- 37 PAGE, J K 'Human thermal comfort' *A J.* **137**, June 1963, 1306
- 38 BILLINGTON, N S *Building physics heat* Pergamon Press, 1967
- 39 BILLINGTON, N S *Thermal properties of buildings* Cleaver-Hume Press, 1952
- 40 SZOKOLAY, S V Heating and thermal insulation *A J.* **147**, March 1968, also *A J Metric Handbook*, 117-27, (2nd edn) 147-57
- 41 *Condensation* BRS Digest 110, Oct 1969
- 42 SZOKOLAY, S V 'Condensation and moisture movement' *A J* **149**, Feb 1969, 523
- 43 PRATT, A W and LACY, R E *Measurement of the thermal diffusivities of some single-layer walls in buildings* BRS Current Papers, Research Series 64, also *Intern J. of Heat and Mass Transfer*, **9**, No 4, 345-53
- 44 PRATT, A W and WESTON, E T *Thermal capacities of structures* Building Research Congress, London, 1951
- 45 KUBA, G K 'Climatic effect on buildings in hot- and arid areas' Ph.D. Thesis, University of Khartoum, 1970
- 46 MACKEY, C O and WRIGHT, L T
 - a 'Summer comfort' *American J of Heating, Piping and Air Conditioning*, **14** No 12, Dec 1942, 750-7
 - b 'Periodic heat flow, homogeneous walls and roofs' *ibid.*, **16**, No 9, Sept 44, 546
 - c 'Periodic heat flow, composite walls and roofs' *ibid.*, **18**, No 6, June 46, 107
- 47 DANTER, E 'Periodic heat flow characteristics of simple walls and roofs' *HVE J.* **28**, July 1960 136-46
- 48 BILLINGTON, N S and BECHER, P 'Some two dimensional heat flow problems' *HVE J.* **18** 1950, 297-312
- 49 BALL, E F 'A simple transient flow method of measuring thermal conductivity and diffusivity' BRS Current Papers, Research Series 65, also in *Proc. of Inst. of Refrigeration*, Feb 1967
- 50 LEE, D H K 'Probioclimates of man and domestic animals' in UNESCO *Climatology* (reviews of research) Paris, 1958
- 51 KINZEY and SHARP *Environmental technologies in architecture* Prentice-Hall, 1963
- 52 THERKELD, T L *Thermal environment engineering* Prentice-Hall, 1962
- 53 NATIONAL BUILDING AGENCY *The economic and environmental benefits of improved thermal insulation* Report No. 91, 1967/69
- 54 COWAN, H J *An historical outline of architectural science* Elsevier, 1966
- 55 COWAN, H J Editorial in *Arch. Sc. Rev.*, Nov 1959
- 56 OLGAY, V and OLGAY, A *Solar control and shading devices* Princeton University Press, 1957
- 57 WESTON, E T 'The indoor and outdoor environment' *Arch. Sc. Rev.*, **2** 1959, 144-56
- 58 PETHERBRIDGE, P *Transmission characteristics of window glasses and sun controls*

- BRS Research Papers, 72, Oct 1967, also in *Sunlight in Buildings: Proceedings of the CIE Conference*, Bowcentrum (Rotterdam), 1967, 183-98.
- 59 NICOL, J F *Radiation transmission characteristics of louvre systems*. BRS Current Paper, Research Series 53; also in *Building Science*, 1, 1966, 167-82.
- 60 BURT, W et al *Windows and environment* Pilkington Brothers, 1969.
- 61 PERSSON, R *Flat glass technology* Butterworths, 1969
- 62 SMITH, E G *The feasibility of using models for predetermining natural ventilation* Texas Eng Exp Stn, Research Report No 26, 1951
- 63 GIVONI, B *Basic study of ventilation problems in hot countries*. Bldg Res Stn., Haifa, 1962
- 64 CAUDILL, W W, CRITES, S E and SMITH, E G. *Some general considerations in the natural ventilation of buildings* Texas Eng Exp Stn., Research Report No 22, 1951
- 65 CAUDILL, W W and REED, B H *Geometry of classrooms as related to lighting and natural ventilation*. Texas Eng Exp Stn., Research Report No. 36, 1952
- 66 WISE, A F E, SEXTON, D E and LILLYWHITE, M S T 'Urban planning research: studies of air flow around buildings' *A.J.*, 141, May 1965, 1185-9
- 67 WESTON, E T *Air movement in industrial buildings: effect of nearby buildings* C'wealth Exp Bldg Stn (Sydney) Special Report No 19, 1956
- 68 EVANS, B H *Natural air flow around buildings*. Texas Eng Exp Stn., Research Report No 59, 1957
- 69 OAKLEY, D J *Tropical houses* Batsford, 1961.
- 69a DRUMMOND, A J 'Radiation and thermal balance' in *UNESCO Climatology* (reviews of research) Paris, 1958
- 70 HOPKINSON, R G *Architectural physics: lighting* HMSO, 1963
- 71 LIGHTING INDUSTRY FEDERATION (formerly British Lighting Council) *Interior lighting design*, metric edition, 1969
- 72 GREGORY, R L *Eye and brain*. World University Library, Weidenfeld and Nicolson, 1965
- 73 VAN HEEL, A C S and VELSEL, C H F. *What is light?* World University Library, Weidenfeld and Nicolson, 1968
- 74 LYNES, J *Principles of natural lighting*. Elsevier, 1969
- 75 HOPKINSON, R G, PETHERBRIDGE, P and LONGMORE, J. *Daylighting*. Heinemann, 1966
- 76 *Recommendations for lighting building interiors - the 'IES Code'* Illuminating Engineering Society, 1968
- 77 PETHERBRIDGE, P *Natural lighting prediction for tropical climates* P-59.20, CIE (Bruxelles), 1959
- 78 SZOKOLAY, S V 'Design of buildings for equatorial highland climates' Master's Thesis, University of Liverpool, 1968
- 79 LONGMORE, J *BRS Daylight protractors*. HMSO, 1968.
- 80 *Estimating daylight in buildings* BRS Digests 41 and 42 (second series)
- 81 MUNSELL, A H *A colour notation* Munsell Color Co (Baltimore), 1961 (11th edn)
- 82 BRITISH STANDARDS INSTITUTION *Colours for building and decorative paints* BS 4800 1972
- 83 LYNES, J 'Building Environment Handbook'. *A.J.*, 148, 16 Oct 1968, et seq
- 84 PLANT, C G H, LONGMORE, J and HOPKINSON, R G. 'A study of interior illumination due to skylight and reflected sunlight, under tropical conditions' in *Sunlight in Buildings Proceedings of the CIE Conference*, Newcastle Bowcentrum (Rotterdam), 1967.
- 85 PLANT, C G H *Research in environmental design: tropical daylight and sunlight project, final report, stage 1* University College (London), 1967.
- 86 KAUFMAN, J (ed.), *IES Lighting handbook*. New York, 1966, also 'Recommended practice in daylighting' *IES J.*, 57, 1962, 517-57.
- 87 *Evaluation of Discomfort Glare: the IES glare index system for artificial lighting installations* Technical Report No 10, Illuminating Engineering Society, 1967

- 88 PAIX, D *The design of buildings for daylighting* Com'wealth Exp Bldg Stn (Sydney), Bulletin No 7, 1962
- 89 KITTLER, R. 'An historical review of . . . daylight research by means of models and artificial skies' *CIE Proceedings*, 1959, vol. B, 319-34
- 90 LAWRENCE, A *Acoustics in building* (Australian Building Science series). Hodder and Stoughton, 1962.
- 91 ALDERSEY-WILLIAMS, A 'Sound' (Building Environment Handbook, pt 6) in *A.J.*, 149, 1969, 22 Jan., 269-278, 29 Jan., 321-344, 5 Feb., 395-410, 12 Feb., 455-474.
- 92 PARKIN, P H and HUMPHREYS, H R *Acoustics, noise and building* Faber and Faber, 1958
- 93 *Some common noise problems* Com'wealth Exp Bldg Stn. (Sydney). Notes on the Science of Building, No 80, 1964.
- 94 *Housing and urbanisation*. Scientific Council for Africa South of the Sahara (CCTA), Nairobi, 1959
- 95 NATIONAL PHYSICS LABORATORY *The control of noise* HMSO, 1962
- 96 DUNHAM, D 'The courtyard house as a temperature regulator' *The New Scientist*, 8, 663-6
- 97 KOENIGSBERGER, O and LYNN, R. *Roofs in the warm humid tropics* Architectural Association, paper 1 Lund Humphreys, 1965
- 98 SZOKOLAY, S V *Report on some thermal problems in low cost housing* University of East Africa (Nairobi), 1966 (duplicated)
- 99 DRYSDALE, J W *Summertime temperatures in building* Com'wealth Exp. Bldg Stn (Sydney), Special Report No 11, 1952
- 100 HARDY, A C and O'SULLIVAN, P E *Insulation and fenestration* Research Report, University of Newcastle upon Tyne Oriel Press, 1967
- 101 ROYAL INSTITUTE OF BRITISH ARCHITECTS 'Plan of Work', *Handbook of Architectural Practice and Management* RIBA, 1968
- 102 BROADBENT, G H and WARD, A *Design method in architecture* Architectural Association, paper 3. Lund Humphreys, 1969

الفصل العاشر

الملاحق

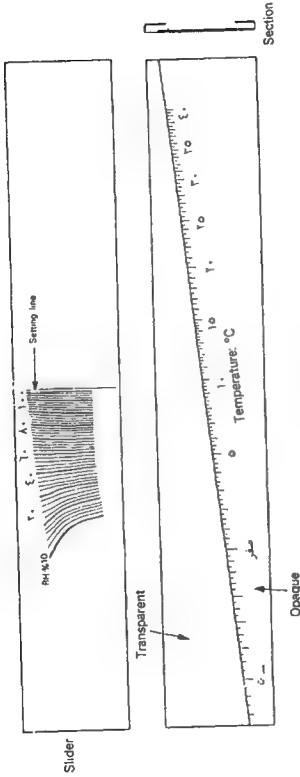
نقط الرطوبة المشبعة	١.١
مسطرة الرطوبة المنزقة	١.٢
غطاء أشعة الشمس	٢
تقدير مجموع الأشعة اليومية	٣
مقياس بيوفرت لشدة الرياح	٤
موصلية ومقاومة بعض المواد	٥.١
موصلية ومقاومة الأسطح	٥.٢
مواصلة السطح كدالة لسرعة الرياح	٥.٣
معامل نفاذية (قيم U) لبعض الانشاءات	٥.٤
موصلية ومقاومة الفراغات	٥.٥
امتصاص وابتعاث الأسطح	٥.٦
زمن التخلف ومعامل التناقص لبعض الانشاءات	٦
خواص نفاذية زجاج النوافذ	٧
مخططات الشمس	٨
الانارية الموصى بها وحدود دليل الابهار	٩.١
ناتج خرج الدفق الضوئي لأظمم الانارة	٩.٢
معاملات ضوء النهار الأدنى الموصى به	٩.٣
مستويات الضجيج المقبولة	١٠.١
فقدان النقل (دليل تخفيض الصوت)	١٠.٢
جداول ماهوني	١١
جداول النشاط	١٢
إنشاءات الاسقف وأداؤها	١٣
النظام العالمي لوحدات القياس	١٤

الملحق ١، ١ : نقط الرطوبة المشبعة

Saturation-point humidities

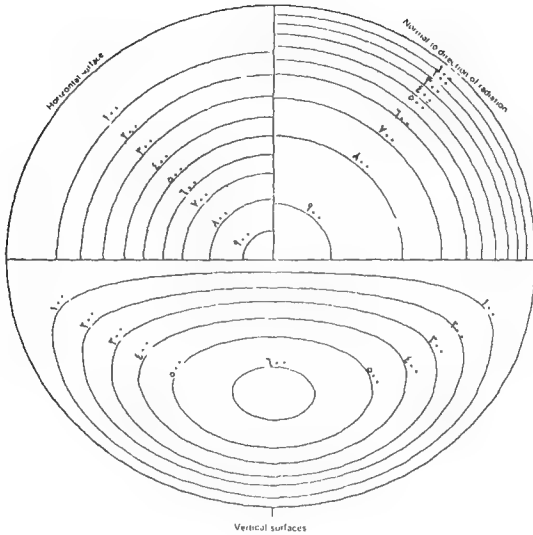
°C	moisture content g/kg	density of dry air kg/m ³	moisture content g/m ³
-20	0.63	1.396	0.879
-15	1.01	1.368	1.381
-10	1.60	1.342	2.147
-5	2.47	1.317	3.253
0	3.78	1.293	4.887
5	5.40	1.270	6.858
10	7.63	1.248	9.522
15	10.6	1.226	12.995
16	11.4	1.222	13.930
17	12.1	1.217	14.727
18	12.9	1.213	15.648
19	13.8	1.209	16.684
20	14.7	1.205	17.713
21	15.6	1.201	18.736
22	16.6	1.197	19.870
23	17.7	1.193	21.116
24	18.8	1.189	22.353
25	20.0	1.185	23.700
26	21.4	1.181	25.273
27	22.6	1.177	26.600
28	24.0	1.173	28.152
29	25.6	1.169	29.962
30	27.2	1.165	31.688
35	36.6	1.146	41.943
40	48.8	1.128	55.046

الملحق ١، ٢ : مسطرة الرطوبة المنزلفة



تستعمل مع الموطاب (جهاز قياس الرطوبة) الدوامي . انشيط خط الصغائره بالنسبه لدرجة الحرارة الجافه (DBT)
اختر الحرارة المتبله (WBT) ، واقر مقابل ذلك على المسطره المنزلفة الرطوبة النسبيه (RH) المئوية .

الملحق ٢ : منقطة أشعة الشمس



شدة أشعة الشمس المباشرة (بالواط / م^٢) - تستعمل بعد ان توضع فوق مخططات منحنيات الشمس في الملحق ٨

الملحق ٣: تقدير مجموع أشعة الشمس الساقطة على مستوى أفقي على أساس مدة شروق الشمس*

$$\frac{Q}{Q_s} = 0.29 \cos \phi + 0.52 \frac{n}{N}$$

حيث Q = الأشعة على مستوى أفقي، $\text{MJ/m}^2 \text{ day}$

Q_s = كالسابق للحد الأعلى للجو (الشمس ثابتة لكل يوم) $\text{MJ/m}^2 \text{ day}$

n = عدد ساعات شروق الشمس في اليوم

N = عدد ساعات شروق الشمس الممكنة في اليوم

0.29 = ثابت عددي ، يعتمد على خواص تعادية كتلة الهواء،

ϕ = خط العرض الجغرافي

$$Q_s \text{ يمكن أن تؤخذ كـ } 36 \text{ MJ/m}^2 \text{ day}$$

مثال لنيروبي :

$$\cos \phi = 1 \quad \phi = 0 \quad \text{إذا كان}$$

$$12.2 = N$$

$$\frac{Q}{36} = 0.29 + \frac{0.52}{12.2} n$$

$$Q = 10.54 + 1.53 n$$

يجب أن تؤخذ n من التسجيلات المناخية

* Glover, J and McCulloch, J S.C "The empirical relationship between solar radiation and hours of bright sunshine". Q J of Royal Meteorological Society, 84, 56

الملحق ٤ : مقياس بيوفرت لشدة الرياح

الشده	التأثيرات الملحوظة	السرعة م /ث
0	سكون تام ، يرتفع الدخان عمودياً مستقيماً ، استواء سطح البركة	0.5(
1	حركة بسيطة ، يرتفع الدخان مائلاً قليلاً	1.7
2	نسيم خفيف ، يهبط الأوراق	3.3
3	رياح خفيفة ، حركة الأغصان ، نمو الحمار قليلاً	5.2
4	رياح متوسطة ، حركة الأغصان المنعرجة	7.4
5	رياح قوية ، حركة الأغصان الكبيرة ، صوت أزيز ، أمواج ذات قمة بيضاء	9.8
6	رياح قوية جداً ، الأوراق سمرى ، المشى معنود نوعاً ما	12.4
7	عواصف ، انحناء الأشجار المنعرجة ، الأغصان المنعرجة	15.2
8	عواصف قوية ، الأغصان يمكن أن تنزلق ، الأغصان الكبيرة تنحني	18.2
9	عواصف قوية جداً ، الأشجار الصغيرة تنقلع ، بطير قمرى السيف ، المباني تتلف	21.5
10	عاصفة ، تلف كبير للمباني ، تكسر الأشجار أو نقلع	25.1
11	عاصفة ، تدمير المباني ، قلع جميع الأشجار ، تحمل الإنسان والحيوان	29.1
12	عاصفة كالمساقط ولكن بقوة أكبر	29.0

الملحق ١, ٥ : موصلية ومقاومة بعض المواد

الموصلية	المقاومة	
K	$1/K$	
W/n deg C	M deg C/W	
0.034	29.40	اسبيت : سائب
0.046	21.79	مسروش
0.216	4.63	الواح الاسبت الاسمتي : خفيف
0.360	2.78	معدل
0.576	1.74	كثيف
0.576	1.74	الاسفلت
0.806	1.24	أعمال الطوب الشائعة : خفيف
1.210	0.83	معدل
1.470	0.68	كثيف
0.374	2.68	في أعمال الطوب الخفيف
1.150	0.87	في أعمال الطوب الخندسي
1.44	0.69	الخرابطة : العادي الكثيف
0.403	2.48	ركام خبث المعادن
0.395	2.90	ركام الصلصال القابل للتمدد
0.245	2.08	ركام الخبث الخليوي
0.043	23.20	بلاطة العليين : طبيعي
0.039	25.60	غطاء نبات الانقليس مدعم (نبات حجري)
0.043	23.20	
0.034	29.40	صوف زجاجي : لحاف
0.042	23.80	غطاء

27.00	0.037	صوف معدني : لبيساد
20.40	0.049	بلاطة فاسية
34.50	0.024	مطاط صلب معالج بالكبريت ممدد
6.33	0.159	ألواح مقصورة بالجبس
2.17	0.461	عصارة : جبس
4.98	0.201	دودسنة التكميل
7.25	0.138	خشب ابكساج
7.25	0.138	بلاطة بولستيرين خلصوبية
1.88	0.552	طلاء اسمنت ورصيف
0.34	2.92	الحجارة : جرانيت
0.65	1.53	حجر كلبي
0.77	1.295	حجر رملي
10.75	0.073	كروونيمي
7.25	0.138	خشب : خشب طيري
6.25	0.160	خشب فاسي
9.26	0.108	خشب ألواح رفلان
15.38	0.065	خشب ألواح ليعس طيري
12.20	0.082	جبس : بلاطة صوبية خشب
8.70	0.115	كسيف
0.0294	54	معدان : لبيساد
0.0200	50	حديد زهر
0.0172	50	حديد فليزي
0.0156	64	سبر
0.0091	110	رسميك

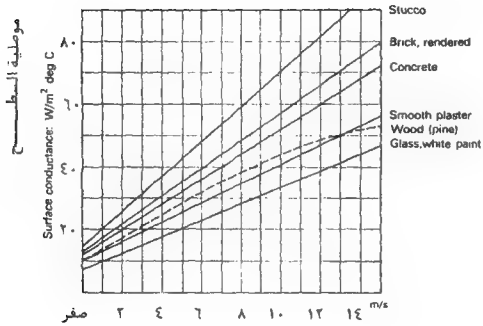
0.0045	220	المفرد
0.0029	350	نحو
0.0024	407	مض
58.45	0.026	هـ
1.72	0.000	م

الملحق ٢, ٥ : توصلية ومقاومة بعض الأسطح*

المقاومة $\frac{1}{f}$ $m^2 \text{ deg C/W}$	الموصلية f $W/m^2 \text{ deg C}$	السطح
		أسطح داخلية : (f_1)
0.123	8.12	حوائط
0.105	9.48	أرضية ، سقف ، تدفق الحرارة لأعلى
0.144	6.70	أرضية ، سقف ، تدفق الحرارة لأسفل
0.105	9.48	الجانب السفلي من السقف
		أسطح خارجية : (f_0)
0.128	7.78	حوائط ، تواجه الجنوب : محمية
0.100	10.00	عائدة
0.073	13.15	معرضة كثيراً
		حوائط ، غربية ، جنوبية غربية ، جنوبية شرقية
0.100	10.00	محمية
0.076	13.18	عائدة
0.053	18.90	معرضة كثيراً
0.076	13.18	حوائط ، شمالية غربية ، محمية
0.053	18.90	عائدة
0.052	19.20	معرضة كثيراً
		حوائط ، شمالية ، شمالية شرقية ، شرقية
0.076	13.18	محمية
0.053	18.90	عائدة
0.012	81.20	معرضة كثيراً
0.070	14.20	أسقف : محمية
0.044	22.70	عائدة
0.018	55.50	معرضة كثيراً

* انظر الملاحظة في نهاية الفقرة ١٢, ١, ٣ ص ٧٢

الملحق ٣، ٥ : موصلية الأسطح كدالة بالنسبة لسرعة الريح



الملحق ٤, ٥ : نفاذية (قيمة U) بعض الانشاءات

البيانات

نوع المشفى

الحسابات :

٥.٦٤	الطوب - مصمت، غير معصور ١١٤ مم
٣.٢٤	معصور الوجهين ١١٤ مم
٢.٦٧	مصمت، غير معصور ٢٢٨ مم
٢.٤٤	معصور الوجهين ٢٢٨ مم
٥.٥٨	خرسانه، عادية، كثيفة : ١٥٢ مم
٥.١٨	٢٠٢ مم
٢.٨٤	حجاره، متوسط، مساحي : ٣٠٥ مم
٢.٢٧	٤٥٧ مم
١.٧١	طوب، ٢٨٠ مم تراغ، معصور من الداخل طوب مع الواح عازلة، مقصور :
٠.٨٥	الواح فلتس ٢٥ مم
١.١٩	الواح ليتيس ١٣ مم
٠.٨٥	بلاطة صوف خشي ٥٠ مم
١.٩٧	طوب مع قصاره دردية سماكه ١٦ مم في الداخل طوب مع الواح فاسبه على عوارض في الداخل
١.١٩	١٢ مم الواح اسست
٠.٩٩	١٢ مم الواح ليتيسه
٠.٧٤	٥٠ مم الواح كرنون سبي، بخوره طوب مع وحدات خرسانيه خفيفه في الداخل :
١.١٣	١٠٠ مم وحدات من خرسانيه سواه
١.٣٠	١٠٠ مم وحدات من خرسانيه خفيفه المعادن

وحدات خرسانية ، فراغ ، ٢٥٠ مم (١٠٠ + ٥٠ + ١٠٠) ، مقصورة من الخارج والداخل :

١. ١٩ وحدات خرسانية مهسوة
١. ٥٨ وحدات خرسانية خبث المعادن
- وحدات خرسانية مفرغة ، ٢٢٨ مم ، طبقة واحدة ، مقصورة من الخارج والداخل
١. ٧٥ وحدات خرسانية مهواة
١. ٧٩ وحدات خرسانية خبث المعادن
٦. ٧٥ اسبست اسمنتي موج على هياكل حديدية
٢. ٥٩ + ١٣ مم ألواح ليفية
١. ١٩ + ٥٠ مم بلاطات صوف فظي ، أو بني
٢. ١٥ + ٧٦ مم وحدات خرسانية مهواة
- الأسقف المائلة
٧. ٩٥ ألواح الاسبست الاسمنتي المموج
٢. ١٦ + ١٣ مم ألواح خشب
١. ٢٥ + ٥٠ مم بلاطة خشب صوفي أو تبني
٥. ٨٥ + ٢٥ مم لحاف مركب ١٣ مم ألواح
٨. ٥٢ ألواح معدنية موجة أو بلاطة على عوارض
٣. ١٨ + سقف مقصور
١. ٧٥ قرميد أو أدواز على ألواح وسقف صوفي مقصور
٢. ١٦ سقف المينوم ، ١٣ مم ألواح صوفي مع طبقتين من الفار على اللباد
١. ٢٥ سقف المينوم ، ٥٠ مم بلاطة خشب صوفي أو تبني
- الأسقف المستوية
٣. ٥٥ بلاطة خرسانية مسلحة ، ١٠٠ مم ، مدة ميلان ١٢-١٣ مم ، ٣ طبقات
- فار على لباد
- كالسابق - مع طبقة عازلة على مدة الميلان :
١. ٥٨ ٢٥ مم فليين

1.13

٥٠ مم بلاطة خشب صوفي أو تبني

1.25

الواح مزدوجة ١٢ مم من ألواح الليفيّة

كالسابق - مدة ميلان خفيفة (ممدد على طبيعته) :

1.36

٧٦ - ١٢٧ مم خرسانة مهواة

1.47

٧٦ مم - ١٢٧ مم خرسانة خبث المعادن الرغوية

ألواح خشبية ، ٢٥ مم على ١٧٨ مم مرايين مع ٢ طبقات قار على

1.82

ألواح ليفيّة ، سقف مقصور

كالسابق - مع بلاطة معزولة على ألواح :

0.85

٢٥ مم خبث المسحان

1.25

١٢ مم ألواح ليفيّة

0.91

٥٠ مم بلاطة خشبية من الصوف أو التبن

الأرضيات

1.13

خرسانة على الأرض أو أرضية فاسية

1.13

+ غرانيت ، تراتزو أو بلاط

0.85

+ وحدات خشبيّة

1.70

ألواح خشبية على مرايين ، فراغ سفلي مهوى + باركية ، نهاية

1.92

أرضية مطاطية أو مشمعنة

2.27

أرضيات خشبية على مرايين ، فراغ سفلي على أكثر من جهة

1.98

+ منهي ببلاط باركية ، أو مطاط أو مشمع

1.08

+ ٢٥ مم ألواح فليينية تحت الألواح

0.95

+ ٢٥ مم ألواح فلين تحت الألواح

0.79

+ ٢٥ مم ألواح فلين تحت المرايين

0.85

+ ٥٠ مم ألواح تبنيّة تحت المرايين

1.92

+ طبقيّين من رقائق الألمنيوم ، مجعد

الملحق ٥, ٥ : موصلية ومقاومة الفراغات

الموصلية Rc W/m ² deg C	المقاومة 1/Rc m ² deg C/W	الفراغ
14.50	0.069	عموديا : ٢ مم عرض
8.74	0.114	٦ مم =
7.04	0.142	١٣ مم =
6.63	0.151	٢٠ مم =
6.52	0.153	٢٥ مم =
6.52	0.153	٢٨ مم =
7.48	0.133	افقيا ٧٦ مم : تدفق الحرارة لأعلى
5.32	0.188	: تدفق الحرارة لأسفل
		القيم المستعملة في بريطانيا
5.67	0.176	٥٠ مم فراغ
2.84	0.352	٥٠ مم فراغ ، مع رقائق المينوم

الملحق ٥, ٦ : امتصاص وابتعاث الأسطح

الامتصاص لأشعة الشمس	a and e 10 to 40 °C	السطح
0.85-0.98	0.90-0.98	أسود ، غير معدني
0.65-0.80	0.85-0.95	طوب أحمر ، حجر ، بلاط
0.50-0.70	0.85-0.95	أنكر وبلاط لامع ، حجر
0.30-0.50	0.40-0.60	طوب لون بيج ، بلاط ، قمارة
Transparent	0.90-0.95	زجاج النوافذ

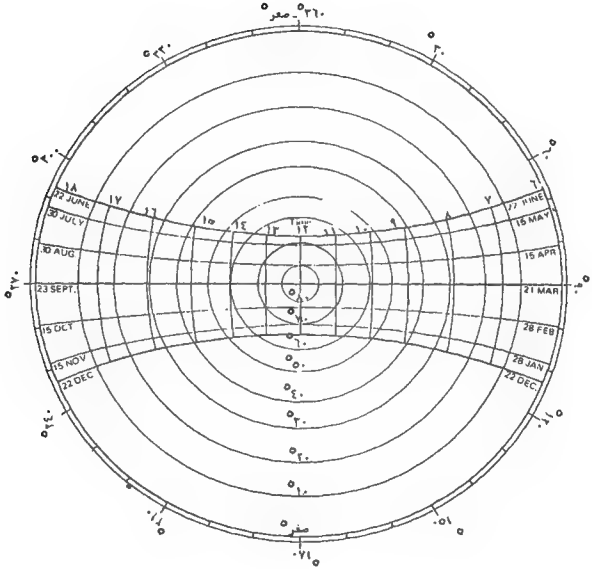
0.40-0.60	0.30-0.50	المنيوم لامع ، ذهبي ، برونزي
0.20-0.30	0.40-0.65	نحاس أصفر داكن ، المنيرم ، حديد مكلفن
0.02-0.05	0.30-0.50	نحاس أصفر مصقول ، نحاس
0.02-0.04	0.10-0.40	المنيوم مصقول ، كروم

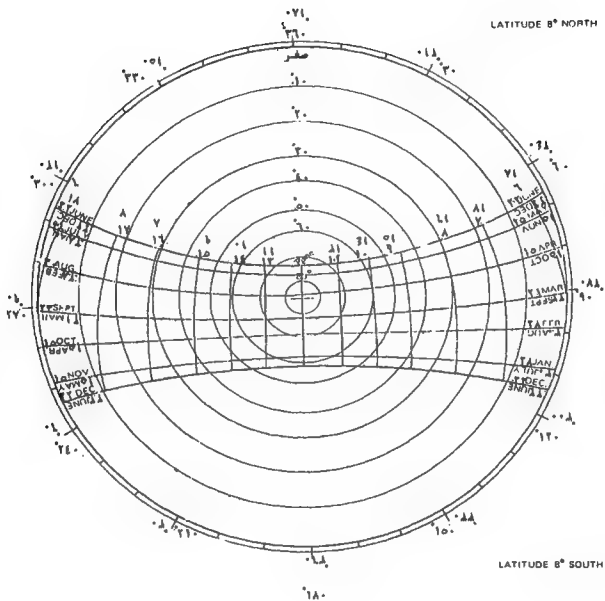
الملحق ٦ : زمن التخلف (Φ ساعة) ومعامل التناقص لبعض الانشاءات

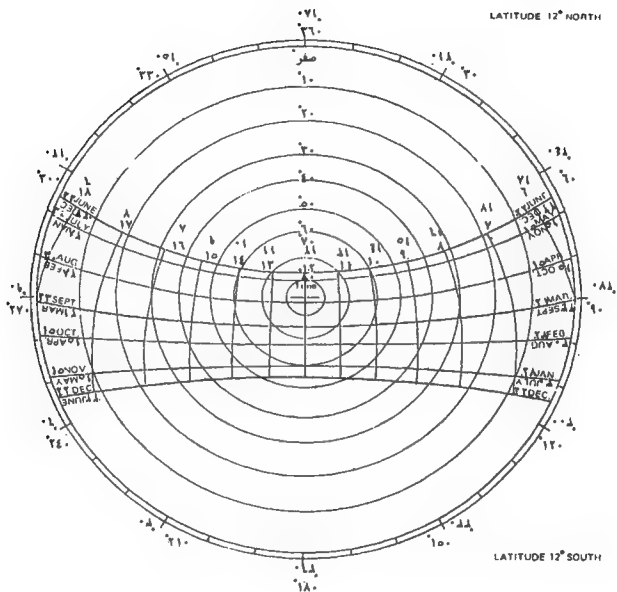
300		200		150		100		50		مساكنة مسم
u	Φ : h	u	Φ : h	u	Φ : h	u	Φ : h	u	Φ : h	
0.09	9.2	0.20	6.1	0.30	4.4	0.45	3.00	0.67	1.3	ساعة
0.12	8.1	0.24	5.2	0.34	4.0	0.48	2.4	—	—	٥ دقائق
—	—	—	—	0.11	8.3	0.23	5.4	0.48	2.5	سبب
—	—	—	—	—	—	0.22	5.3	0.98	2.5	ب معنني

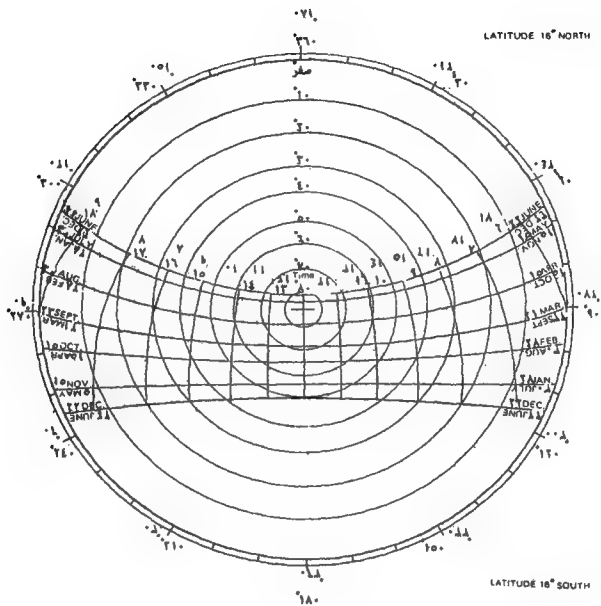
u	Φ : h	الحواشط : حواشط مفرغة ، طبقتين من ١٠٠ مم
0.073	10.0	وحدات خرسانة كثيفة كلاهما مقصور ١٥ مم
0.056	10.8	كالبابن ولكن وحدات خرسانية مفرغة
		حواشط مفرغة ، طبقتين ١٠٠ مم وحدات طبينية
0.100	8.7	مفرغة ، مقصورة على الوجهين ١٥ مم
		الأسقف ، ١٠٠ مم بلاطة خرسانية مسلحة ، نهاية قار على
0.450	3.0	لباد اسبستي ، ٤٠ مم صوف زجاجي - عازل تحت البلاطة
0.046	11.8	كالبابن ولكن العزل على السطح العلوي من البلاطة الخرسانية
		٢٤٠ مم بلاطة مفرغة ، مقصورة من أسفل ، ٦٠ مم مدة ميلان ، على
0.045	12.0	فار على غشاء ، لباد اسبستي ، ٣٠ مم بلاط خرسانية ، ٢٠ مم صم

الملحق ٨ : مخططات ممرات الشمس لخطوط العرض صفر - ٤٤ شمال جنوب



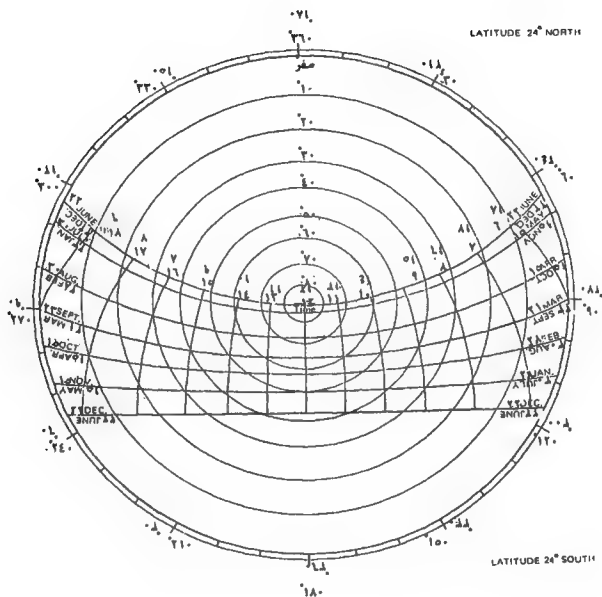


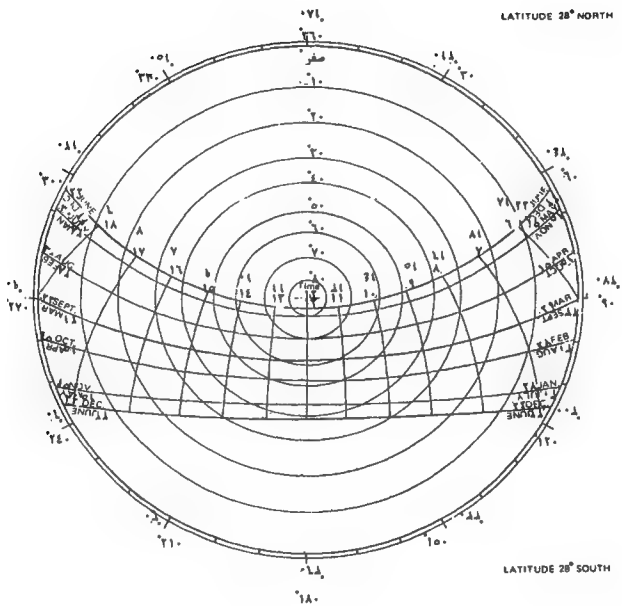


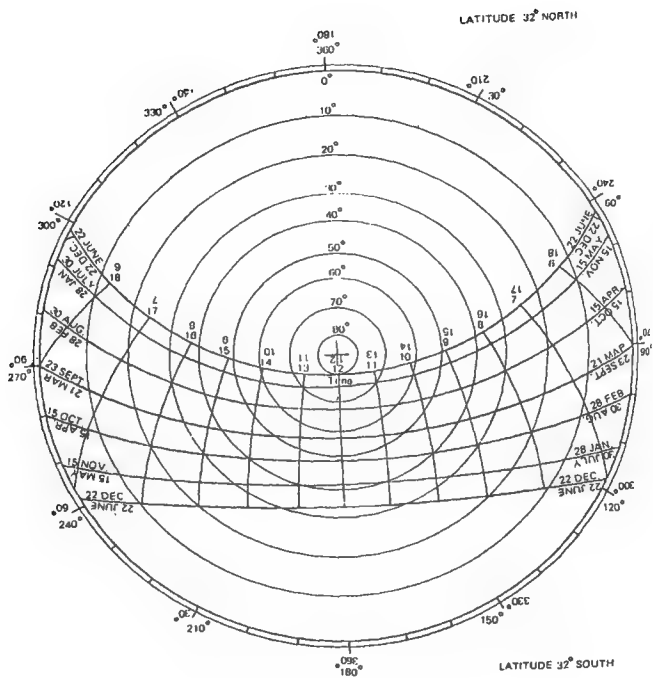


The diagram is a circular representation of the year, with months arranged around the perimeter. The months are: JAN, FEB, MARCH, APRIL, MAY, JUNE, JULY, AUG, SEPT, OCT, NOV, and DEC. Each month is associated with a zodiac sign and a constellation. The diagram is divided into four quadrants by a vertical and a horizontal line. The central point is labeled 'THE CENTER'.

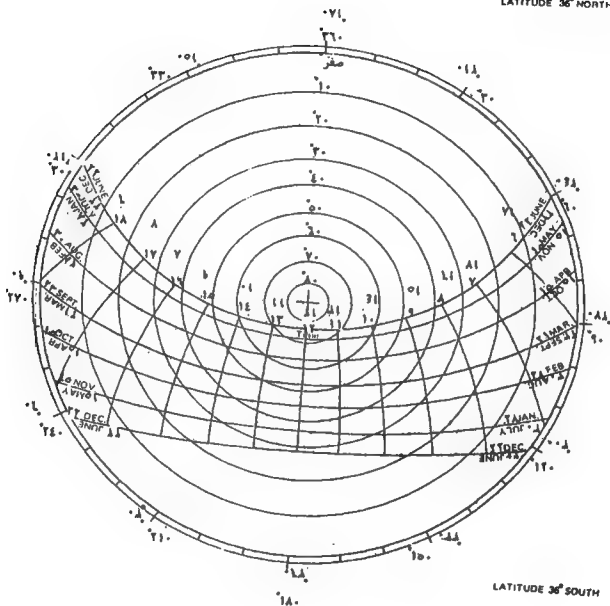
1A.



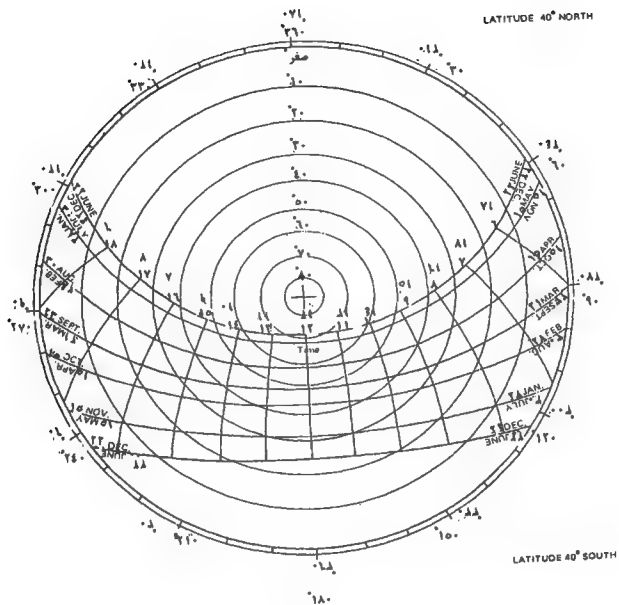


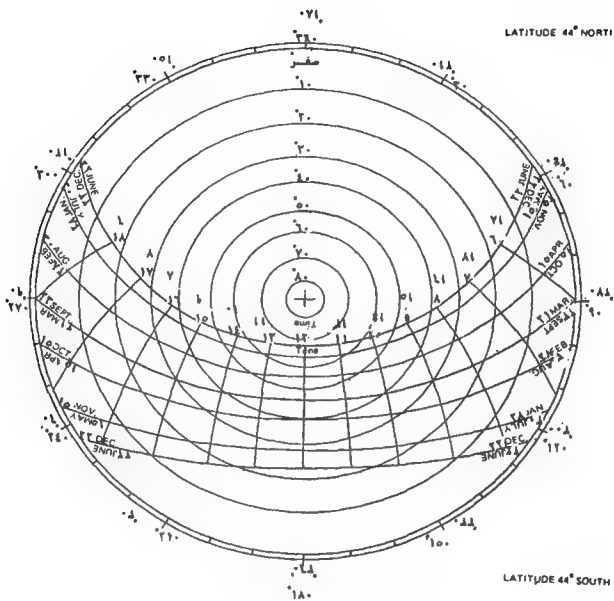


LATITUDE 36° NORTH



LATITUDE 36° SOUTH





الملحق ٩, ١: الانارة الموصى بها وحدود دليل الابهار

هدف السـرؤيا	الانارة	دليلا الابهار
	Lux	
رؤيا عرضية	100	28
أهداف أولية مع تفاصيل كبيرة	200	25-28
أهداف عادية ، تفاصيل متوسطة	400	25
أهداف قاسية ، تفاصيل صغيرة (مرسم،مخيطه)	600	19-22
أهداف ، قاسية دائمة ، تفاصيل صغيرة جدًا		
(جوهرجي تصليح جوارب ، معايرة الأجزاء	1300-2000	13-16
المفيرة)		
أهداف قاسية بشكل خاص ، تفاصيل دعبفه		
(مصانع الساعات والالات)	2000-3000	10

الملحق ٩, ٢: ناتج خرج الدفق الضوئي لأطقم الانارة

Lumens	Watts	
200	25	٢٤٠ فلت ، أطقم الانارة المتوهجة القياسية
325	40	
575	60	
1160	100	
1960	150	
2720	200	
4300	300	
7700	500	

1050	20	0.6m	أظلم الإنارة الفلورسنتية (بيضا - دافئة)
1550	40		
2650	40	1.2m	
3100	50	1.5m	
4900	65		
4850	80		
5550	85	1.8m	
6400	85	2.4m	
8300	125		

معاملات التحويل لوحدة الفلورسنت غير البيضاء الدافئة

0.55	Softon 27	0.95	ضوء النهار
0.55	Truclor 37	0.75	الطبيعية
0.55	طبيعي ممتاز	0.65	موا - مة اللون
0.40	ضوء النهار الصناعي	0.65	أبيض دافئ؛ فاخر
0.70	Warmtone	0.65	لون ٢٢ أو ٣٤
		0.65	Kolor-rite

الملحق ٩,٣ :

معاملات ضوء النهار الدنيا الموصى بها (اعتماداً على الكود البريطاني) إن هذه الأرقام تعتمد على إنارة سماء مقدارها ٥٠٠ لكس . ويجب استعمال معاملات ضوء نهار أقل في حالة سماء أشد إضاءة من ذلك . انظر صفحة ١٤٣ فقرة ٥,٢,٥ .

0.5	ممرات
1.0	مداخل ، ردهة استراحة ، ادراج ، كُنَاشي ، أقسام مستشفيات مكاتب عامة ، بنوك ، صالات استقبال ، صفوف مدارس ، عيادات،
2.0	قاعات رياضية *
3.0	معامل ، ميدانيات
4.0	مراسم فسن

المناسزل :

صالات المعيشة ١% على مساحة على الأقل ٨ م^٢ ونصف عمق الغرفة
غرف نوم ٠% على مساحة على الأقل ٦ م^٢ ونصف عمق الغرفة
مطبخ ٢% على مساحة على الأقل ٥ م^٢ أو نصف المساحة

الملحق ١ ، ١٠ : مستوى الازعاج المقبول (للاستعمال العام فقط - dBA)

25	السكن : غرفة نوم ، منزل خاص
30	غرفة نوم ، شقة
35	غرفة نوم ، فندق
40	صالحة معيشة
35-45	تجاري : مكتب خاص
40-50	بنك
40-45	قاعة مؤتمرات
40-55	مكتب عام ، دكان ، مخزن
40-60	مطعم
50-60	كافتيريا
40-60	مناعة : ممانع دقيقة
60-90	ممانع ثقيلة
40-50	معاميل
30-40	تعليم : قاعة درس ، قاعة محاضرات
20-35	دراسة خاصة
35-95	مكتبة
25-35	صحّة : مستشفيات ، أقسام عامة
20-25	أقسام خاصة
25-30	مسرح العمليات
25-35	قاعات استماع : قاعات موسيقية
35-40	كاشي
40-45	قاعة محكمة ، غرف مؤتمرات
20-25	ستوديوهات تسجيل
20-30	ستوديوهات اذاعة
30-40	مسارح دراما

ملحق ٢، ١٠ : الفقد بالنقل (Transmission Loss T1) أو دليل نقصان الصوت لبعض
الحوائط والأرضيات بالديسيل dB

الذبـنـفـهـات H ₂	100	200	400	800	1600	3200	معدل
حائط طوب ١١٢ مم	31	36	38	50	55	60	45
حائط طوب ٢٢٥ مم	41	43	97	54	57	٦0	50
حائط خرساني ١٥٠ مم	32	37	92	51	57	67	47
حائط طوب ٢٢٨ مم	42	45	48	54	62	61	52
أرضية خرسانية ١٢٠ مم	32	36	40	45	55	62	45
أرضية عائمة من اللياسة الاسمنتية	38	92	47	52	59	63	50
أرضية عن عوارض خشبية والواح ممتلئة، والسقف الواح قصارة	14	23	34	39	45	45	34
كالباق ولكن الواح عائمة	22	33	36	42	54	61	42
كالباق + ٧٥ مم أرضية تنك	23	35	41	47	53	59	43
نافذة زجاج مفرد	16	18	24	27	21	26	22
زجاج مزدوج + ٢٠٠ مم فراغ	26	33	41	44	46	37	39

TABLE 1

Location	
Longitude	
Latitude	
Altitude	

Air temperature: °C

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	High AM
Monthly mean max.													<input type="text"/>
Monthly mean min.													<input type="text"/>
Monthly mean range													Low AM

Relative humidity, %

Monthly mean max. a.m.												
Monthly mean min. p.m.												
Average												
Humidity group												

Humidity group:	1	If average RH. below 30%
	2	30-50%
	3	50-70%
	4	above 70%

Rain and wind

Rainfall, mm													Total
Wind, prevailing													
Wind, secondary													
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	

جدول ماهوني رقم (٣): (عمل لبغداد)

Indicator totals from table 2					
H1	H2	H3	A1	A2	A3

TABLE 3
Recommended specifications مواعيد موصى بها

Layout الخويع

			١٠٠			١	Orientation north and south (long axis east-west) اتجاه المحور الرئيسي باتجاه شمال وجنوب
			١١٢		٥١٢	٢	Compact courtyard planning مخطط مضطرب حول ساحة

Spacing المسافات

١١٢						٣	Open spacing for breeze penetration فراغ مفتوح لمرور الريح
٢٠١						٤	As 3, but protection from hot and cold wind حيث ٣، لكن مع الحماية من الرياح الحارة والباردة
٠١						٥	Compact lay-out of estates مخطط مضطرب

Air movement حركة الهواء

٣٠١٢						٦	Rooms single banked, permanent provision for air movement الغرف من جهة واحدة، توفير مستمر لحركة الهواء
١٢			٠٥			٧	Double banked rooms, temporary provision for air movement الغرف من جهتين، توفير مؤقت للهواء
٠	٢٠١٢					٨	No air movement requirement لا حاجة لحركة الهواء

Openings الفتحات

			٠١			٩	Large openings, 40-80% فتحات واسعة ٤٠-٨٠٪
			١١٢			١٠	Very small openings, 10-20% فتحات صغيرة جداً ١٠-٢٠٪
Any other conditions						١١	Medium openings, 20-40% فتحات متوسطة ٢٠-٤٠٪

Walls حوائط

			٠٢			١٢	Light walls, short time-lag حوائط خفيفة، زمن تأخر قصير
			٣٠١٢			١٣	Heavy external and internal walls حوائط ثقيلة خارجية وداخلية

Roofs أسقف

			٠٥			١٤	Light, insulated roofs أسقف خفيفة معزولة
			١١٢			١٥	Heavy roofs, over 8 h time-lag أسقف ثقيلة، زمن تأخر أكثر من ٨ ساعات

Out-door sleeping نائمات خارجية

			٢٠١٢			١٦	Space for out-door sleeping required مساحة للنوم خارجية مطلوبة
--	--	--	------	--	--	----	---

Rain protection الحماية من المطر

			٢٠١٢			١٧	Protection from heavy rain necessary حماية من أمطار غزيرة مطلوبة
--	--	--	------	--	--	----	---

Indicator totals from table 2 مجموع المؤشرات					
H1	H2	H3	A1	A2	A3

TABLE 4
جدول مآهوني
Detail recommendations
رقم (٤):

Size of opening حجم الفتحات					
				1	Large: 40-80% واسع
				2	Medium: 25-40% متوسط
				3	Small: 15-25% صغير
			0.3	4	Very small: 10-20% صغير جداً
			0.12	5	Medium: 25-40% متوسط

Position of openings أماكن الفتحات					
0.12				6	In north and south walls at body height on windward side في الشمال والجنوب بأرتفاع الجسم على الجانب المواجه للرياح
1.2		0.5		7	As above, openings also in internal walls كما السابق وفتحات أيضاً في الجدران الداخلية
صفر	0.12				

Protection of openings حماية الفتحات					
			0.2	8	Exclude direct sunlight استبعاد الأشعة المباشرة
		0.12		9	Provide protection from rain إخماد مياه المطر

Walls and floors الجدران والأرضيات					
		0.2		10	Light, low thermal capacity خفيفة ذات سعة حرارية قليلة
		0.12		11	Heavy, over 8 h time-lag ثقيل، زمن تأخر أكثر من ٨ س

Roofs الأسقف					
1.0		0.2		12	Light, reflective surface, cavity خفيفة، مائتة مقلية، تجويف
		0.12		13	Light, well insulated خفيفة، جيداً معزولة
		0.5			
		0.12		14	Heavy, over 8 h time-lag ثقيل، زمن تأخر أكثر من ٨ س

External features المظاهر الخارجية					
			0.12	15	Space for out-door sleeping مساحات النوم الخارجية
		0.12		16	Adequate rainwater drainage قنوات مياه الأمطار كافية






الملحق ١٢ :

مخطط موقع النشاط

الفصل :

الرمز	٢٠٠٠	٤٠٠٠	٦٠٠٠	٨٠٠٠	١٠٠٠٠	١٢٠٠٠	١٤٠٠٠	١٦٠٠٠	١٨٠٠٠	٢٠٠٠٠	٢٢٠٠٠
درجة الحرارة											
٤٤											
٤٠											
٣٦											
٣٢											
٢٨											
٢٤											
٢٠											

العراغ والنشاط

المفتاح	 رجال  نساء  أطفال										
	 درجة الهواء الخارجي  درجة الهواء الداخلي  منطقة الراحة										

ملاحظات

Roof constructions and their performance

			T_{∞} under 4 degC is acceptable	Density of heat flow rate (q) and ceiling temperature excess (T_{∞}) above air temperature under assumed conditions ($T_a = T_i = 30^{\circ}\text{C}$ and $f = 920 \text{ W/m}^2$)			
Roof material	Ceiling material	Construction	U-value W/m ² degC	New		Old	
				q W/m ²	T_{∞} degC	q W/m ²	T_{∞} degC
Corrugated asbestos cement	13 mm fibreboard	a/c sheets on timber purlins, fibreboard nailed under rafters	1.7	29.3	4.3	82.4	9.4
Corrugated asbestos cement sandwiched with 25 mm fibreglass		sandwich sheets fixed on purlins and rafters	0.8	22.4	3.4	47.8	7.4
100 mm c/c slab	13 mm fibreboard	in situ slab, fibreboard on battens	1.3	22.7	3.4	48.2	7.4
75 mm cement screed	13 mm fibreboard	a/c sheets on purlins, fibreboard under	1.7	23.9	3.9	82.3	8.4
Corrugated iron sheets	13 mm fibreboard	horizontal ties	1.3	13.9	2.3	41.6	7.3
Corrugated iron sheets	13 mm timber board	iron sheets on purlins, timber board under	1.6	17.3	2.9	52.3	8.8
Corrugated iron sheets	5 mm a/c sheets	horizontal ties	1.8	20.3	3.1	62.7	9.6
Corrugated asbestos cement	13 mm fibreboard + alum f foil	a/c sheets on purlins, foil over fibreboard	1.2	21.4	3.3	46.0	7.0
Corrugated asbestos cement	13 mm timber board + alum foil	foil over timber boards	1.6	29.3	4.4	82.7	9.5
Corrugated asbestos cement	5 mm a/c sheets + alum foil	a/c sheets on purlins, foil over a/c ceiling	1.7	29.3	4.4	82.7	9.5
Corrugated iron sheets	13 mm fibreboard + alum foil	iron sheets on purlins, foil over fibreboard	1.0	16.0	2.5	47.9	7.4
Corrugated iron sheets	13 mm timber board + alum foil	iron sheets on purlins, foil over timber boards	1.3	20.2	3.0	60.5	9.2
Corrugated iron sheets	5 mm a/c sheets + alum foil	iron sheets on purlins, foil over a/c ceiling	1.4	23.0	3.4	69.0	10.0
Red clay tiles	13 mm fibreboard	tiles on battens on rafters, foil on					
	25 mm fibreglass + alum foil	fibreglass on fibreboard under rafters	0.62	23.0	3.3	23.0	3.3
Red clay tiles	13 mm timber board, 25 mm fibreglass + alum foil	tiles on battens on rafters, foil on fibreglass on boards under rafters	0.74	27.1	4.0	27.1	4.0
Red clay tiles	5 mm a/c sheets, 25 mm fibreglass + alum foil	tiles on battens on rafters, foil on fibreglass on a/c under rafters	0.80	29.3	4.4	29.3	4.4
Corrugated asbestos cement	13 mm fibreboard, 25 mm fibreglass + alum foil	a/c sheets on purlins, foil on fibreglass on fibreboard under	0.68	11.6	1.7	25.2	3.6

Roof constructions and their performance

Roof material	Ceiling material	Construction	T_{in} under 4 degC is acceptable				Density of heat flow rate (q) and ceiling temperature excess (T_{ex}) above air temperature under assumed conditions ($T_{\text{a}} = T_{\text{r}} = 30^{\circ}\text{C}$ and $I = 920 \text{ W/m}^2$)	
			U-value $\text{W/m}^2\text{degC}$	q W/m^2	T_{ex} degC	T_{ex} degC	New	Old
							q W/m^2	T_{ex} degC
Corrugated asbestos cement	13 mm timber board, 25 mm fibreglass + alum. foil	a/c sheets on purlins, foil on fibreglass on boards under rafters	0.74	12.8	1.9		27.1	4.0
Corrugated asbestos cement	5 mm a/c sheets, 25 mm fibreglass + alum. foil	a/c sheets on purlins, foil on fibreglass on a/c ceiling under rafters	0.80	13.5	2.4		29.3	4.4
Corrugated alum. sheets	13 mm fibreboard	alum. on timber purlins, fibreboard under rafters	1.3	16.1	2.5		22.4	3.4
Corrugated alum. sheets	13 mm timber board	alum. on timber purlins, timber board under rafters	1.6	20.2	3.0		28.3	4.3
Corrugated alum. sheets	5 mm a/c sheets	alum. on timber purlins, a/c under rafters	1.8	22.1	3.3		31.2	4.6
Corrugated alum. sheets	100 mm reinforced concrete slab	alum. on timber purlins, reinforced concrete slab	1.6	20.2	3.0		28.3	4.3
Corrugated alum. sheets	13 mm resin bonded jute board	alum. sheets on timber purlins, board under rafters	1.4	16.7	2.5		23.6	3.6
Corrugated alum. sheets	50 mm strawboard	alum. on timber purlins, strawboard under rafters	1.08	11.0	1.8		15.4	2.5
Corrugated alum. sheets	25 mm wood wool slab	alum. on timber purlins, wood wool under rafters	1.42	14.5	2.2		20.5	3.1
Corrugated alum. sheets	10 mm plasterboard	alum. on timber purlins, plasterboard under rafters	1.88	19.2	2.9		27.4	3.5
Corrugated alum. sheets	25 mm cork slab	alum. on timber purlins, cork under rafters	1.27	13.2	2.0		18.6	2.7
Corrugated alum. sheets	100 mm reinforced concrete slab, 75 mm cement screed, 18 mm plastering	alum. on timber purlins, reinforced concrete slab horizontal underside plastered	1.23	17.3	2.4		24.6	3.4

Based on Koenigsberger and Lynn: *Roofs in the warm-humid tropics*.

* a/c = asbestos cement

† alum. = aluminium

Systeme International units of measurement
BASIC SI UNITS

Quantity	unit symbol	name of unit	accepted units	obsolete units
LENGTH	m	metre	1 m (cm), mm, µm, nm	1 yard = 0.915 m 1 mile = 1.609 km
MASS	kg	kilogramme	1 kg (= 1 000 gp) 1 lb (pound)	1 ounce = 28.35 g 1 pound = 454 g 1 ton = 1 016 kg
TIME	s	second	ms (milli-second) min (minute)	
ELECTRIC CURRENT	A	ampere		
TEMPERATURE	°K	degree kelvin	1 degC (celcius) = 1 degK °C = K + 273.15	1 degF = 5/9 degC °F = 5/9 (°K - 32) + 32
LUMINOUS INTENSITY	cd	candela		
SUPPLEMENTARY UNITS				
Quantity	unit symbol	name of unit	accepted units	obsolete units
PLANE ANGLE	rad	radian	angle subtended at centre of unit radius circle by unit length of arc	° (degrees), ' (minutes), '' (seconds) 1° = 1/180°
SOLID ANGLE	sr	steradian	solid angle subtended at centre of unit radius sphere by unit area of surface	

Prefixed to UNITS—Multiples and Submultiples

Quantity	unit symbol	name of unit	dimension	definition	Name	Abbreviation	Multiple	Name	Abbreviation
AREA	m²	metre squared		square with sides of unit length	deci centi milli micro nano pico	d c m µ n p	(10 ⁻¹) (10 ⁻²) (10 ⁻³) (10 ⁻⁶) (10 ⁻⁹) (10 ⁻¹²)	deka hecto kilo mega giga tera	da h k M G T
VOLUME	m³	cubic metre		cube with sides of unit length			1 km³ = 10 ⁹ m³ 1 ha (hectare) = 10 ⁴ m² 1 km² = 10 ⁶ m²		
DENSITY	kg/m³	kilogramme per cubic metre		unit mass per unit volume			1 km³ = 10 ⁹ m³ 1 cm³ = 10 ⁻⁶ m³		
SURFACE DENSITY	kg/m²	kilogramme per metre squared		unit mass per unit area			1 g/cm² = 1 000 kg/m³ 1 lb/in² = 27.68 g/cm² 1 lb/ft² = 4.883 kg/m²		

VELOCITY (LINEAR)	m/s	metre per second	unit length movement on unit time	1 km/h = 0.278 m/s	1 mph = 1.609 km/h 1 knot = 1.853 km/h
ACCELERATION (LINEAR)	m/s ²	metre per second squared	unit velocity change in unit time	1 g/s = 0.305 m/s ²	
FORCE	N	newton	kg m/s ² causing unit acceleration at unit mass	1 lbf = 4.448 N 1 kgf = 9.807 N	1 dyne = 10 ⁻⁸ N
WORK, ENERGY	J (Nm)	joule	kg m ² /s ² unit force acting over unit length	1 kWh = 3600 J 1 kWh = 2600 kJ	1 Btu = 1055.06 J 1 therm = 105 506 kJ 1 cal = 4.184 J 1 kcal = 4.184 kJ 1 m kgf = 9.807 J
POWER or ENERGY FLOW RATE	W (J/s)	watt	kg m ² /s ³ unit energy spent in unit time	negative at loadcell	1 Btu/h = 0.293 W 1 cal/s = 4.187 W 1 kcal/h = 1.163 W 1 hp (metric) = 735.5 W 1 hp = 745.7 W
DENSITY OF ENERGY FLOW RATE (INTENSITY)	W/m ²	watt per metre squared	kg/s ³ unit energy flow rate through unit area	kW/m ² , μ W/m ² MJ/m ² , day	1 Btu/h ² = 3.155 W/m ² 1 cal/cm ² h = 1.163 W/m ² 1 kcal/m ² h = 41.87 kJ/m ² h = 11.63 W/m ²
PRESSURE, STRESS	N/m ² (Pascals)	newton per metre squared	kg/m s ² unit force acting on unit area	kN/m ² , MN/m ² 1 bar = 100 kN/m ² 1 m bar = 100 N/m ²	1 kgf/cm ² = 98 kN/m ² 1 lb/in ² = 6.89 N/m ² 1 ton/m ² = 107.3 kN/m ² 1 h water gauge = 2.89 kN/m ²
THERMAL CAPACITY	J/degC		energy required by body for unit temperature increase	1 Btu/degF = 1.899 J/degC	1 kcal/degC = 4.187 J/degC
SPECIFIC HEAT	J/kg degC J/lb degC		energy required by substance for unit temperature increase (per unit mass or unit volume)	1 Btu/lb degF = 4.187 J/kg degC 1 kcal/m ³ degC = 4.187 kJ/m ³ degC	1 kcal kg degC = 4.187 kJ kg degC 1 kcal m ³ degC = 4.187 kJ/m ³ degC 1 kcal l degC = 4.187 kJ/m ³ degC
THERMAL CONDUCTIVITY	W/m degC		heat flow rate through unit area at unit thickness of substance with unit temperature difference between the two faces	1 Btu m/s ² h degF = 0.144 W/m degC 1 kcal/m h degC = 1.163 W/m degC	
THERMAL TRANSMITTANCE	W/m ² degC		heat flow rate through unit area of body with unit difference in temperature of air on the two sides	1 Btu/h ² h degF = 5.678 W/m ² degC 1 kcal/m ² h degC = 1.163 W/m degC	
LATENT HEAT, CALORIFIC VALUE	J/kg J/lb		change in energy content at change of state, or heat produced by combustion (per unit mass or unit volume)	1 Btu/lb = 2.326 J/kg 1 Btu/h ² = 27.28 kJ/m ³ 1 Btu/gal = 232 kJ/m ³	1 kcal kg = 4.187 J/kg 1 kcal/m ³ = 4.187 J/m ³ 1 kcal/l = 4.187 kJ/m ³
LUMINOUS FLUX	lm	human	emitted by unit intensity source in unit solid angle		
ILLUMINATION	lx	lux	lm/m ² unit flux incident on unit area	1 lux/h = 10 ⁻⁶ lx	
LUMINANCE	cd/m ²	(nit)	unit intensity per unit area cd/m ² = 3.14 nit	1 cd/h = 10 ⁻⁶ cd/m ² 1 h beam/h = 10 ⁻⁶ cd/m ²	

List of symbols

معجم المصطلحات

A	absorption	امتصاص
A	area of surface	مساحة السطح
a	absorbance (absorption coefficient)	معامل الامتصاص
AH	absolute humidity	الرطوبة المطلقة
AHR	annual mean range	معدل الحدود الفعلية
AMT	annual mean temperature	معدل درجات الحرارة الفعلية
A ₁	total surface area	مساحة السطح الكلية
b	thickness (breadth)	(عرض) السماكة
C	conductance	الموصلية
CEt	corrected effective temperature	درجة الحرارة المؤثرة المعدلة
CS	contrast sensitivity	حساسية التباين
Cnd	conduction	التوصيل
Cnv	convection	المنحصر
c	specific heat	الحرارة النوعية
D	dirt factor	معامل النظافة
DBT	dry bulb temperature	درجة الحرارة الكروية (الميزان الكروي)
DF	daylight factor	معامل ضوء النهار
d	density	الكثافة
d	distance (length)	المسافة (الطول)
E	illumination (eclairage)	الاستنارة
E _i	illumination indoors (at defined point)	الاستنارة الداخلية
ΔE _{max}	magnitude of illumination vector	قيمة الاستنارة الموجبة

E_n	illumination of normal plane	الاستنارة على المستوى الأفقي
E_o	illumination outdoors	الاستنارة الخارجة
E_s	scalar illumination	معدل الاستنارة الكروية
E_β	illumination on plane tilted by β degrees	الاستنارة على مستوى مائل بزاوية β
ECI	equatorial comfort index	دليل الراحة الاستوائية
ERC	externally reflected component	المركبة المنعكسة الخارجة
ET	effective temperature	درجة الحرارة المؤثرة
EW	equivalent warmth	الدافء المكافئ
Evp	evaporation	التبخير
e	emittance	الانبعاث
F	function of ...	دالة
F	flux (flow of light	تدفق الضوء
F_l	flux emitted by lamps	التدفق المنبعث من المصابيح
F_r	flux received (on working plane)	الدفعة المستقبلة (على مستوى العمل)
FF	framing factor	معامل البرواز
f	frequency	التردد
f	surface or film conductance	موصلية سطح
f_i	inside surface conductance	موصلية السطح الداخلية
f_o	outside surface conductance	موصلية السطح الخارجية
G	glare index	دليل الابهار
GF	glazing factor	معامل الزجاج
g	glare (in general) or glare constant	الابهار او ثابت الابهار
HSI	heat stress index	دليل الاجهاد الحراري
h	height	ارتفاع
I	intensity	الشدة
I_d	intensity of direct radiation	شدة الاشعة المباشرة
I_d	intensity of diffuse radiation	شدة الاشعة المشتتة

I_o	reference intensity (sound)	الشدة المرجعية (الصوت)
IRC	internally reflected component	المركبة المنعكسة الداخلية
K	thermal diffusivity	الانتشارية الحرارية
k	conductivity	موصلية
L	luminance	انسيابية
L_h	luminance at horizon	الانسيابية على الأفق
L_z	luminance at zenith	الانسيابية على السميت
L_y	luminance at y altitude angle	الانسيابية على خط عرض y
M	mass per unit surface	الكتلة لكل وحدة سطح
Met	metabolism	التحويل الغذائي
MF	maintenance factor	معامل الصيانة
MRT	mean radiant temperature	متوسطة درجة الحرارة المشعة
N	number (of air changes per hour)	عدد (تغير الهواء في الساعة)
NC	noise criteria	معايير الأزعاج
OT	operative temperature	درجة الحرارة العاملة
P4SR	predicted four hour sweat rate	معدل 4 ساعات التعرق المتنبأ
P	pressure (atmospheric)	الضغط
P_a	partial pressure - dry air	ضغط جزئي - الهواء الجاف
P_s	stack pressure	ضغط المدخنة
P_v	partial pressure vapour	ضغط جزئي البخار
P_{vs}	saturation point vapour pressure	نقطة تشبع ضغط البخار
P_w	wind pressure	ضغط الهواء
p	position index	دليل الموقع
Q	heat flow rate	معدل تدفق الحرارة
Q_c	conduction heat flow rate	معدل تدفق حرارة التوصيل
Q_e	evaporative cooling rate	معدل تبريد التبخر
Q_i	internal heat gain, rate of	الكسب الحراري الداخلي
Q_m	mechanical heating cooling rate	معدل الحرارة / التبريد الآلي
Q_s	solar heat gain, rate of	الكسب الحراري الشمسي

Q_v	ventilation heat flow rate	معدل تدفق حرارة التهوية
q	heat flow rate, density of	معدل تدفق الحرارة
R	red (hue designation)	احمر (تحديد قيمة هيو)
Rad	radiation	الاشعاع
RH	relative humidity	الرطوبة النسبية
RT	resultant temperature	درجة الحرارة الناتجة
R	resistance	المقاومة
R_a	air-to-air resistance	المقاومة من الهواء الى الهواء
R_c	cavity resistance	مقاومة الفراغ
r	reflectance	الانعكاسية
S	total surface area	مساحة السطح الكلية
s	component surface area	مركبة مساحة السطح
SC	sky component	مركبة السماء
SH	saturation point humidity	نقطة الرطوبة المشبعة
T_l	transmission loss	الفقد بالنقل
T_m	mean outside air temperature	معدل درجة حرارة الهواء الخارجية
T_i	inside air temperature	درجة الحرارة الداخلية
T_o	outside air temperature	درجة الحرارة الخارجية
T_s	sol-air temperature	درجة حرارة الهواء - الشمس
T_{se}	sol-air excess temperature	درجة حرارة الهواء - الشمس الزائدة
ΔT	temperature difference	الفارق في درجة الحرارة
t	transmittance (transmission coefficient)	النفاذية (معامل النفاذية)
U	air-to-air transmittance	النفاذية من الهواء الى الهواء
UF	utilisation factor	معامل الاستفادة
V	Munsell value	مقدار مانسل
V	ventilation rate	معدل التهوية
v	velocity	السرعة
WBT	wet bulb temperature	درجة الحرارة الجافة

α	solar azimuth angle	زاوية الشمس السمتية
β	angle of incidence	زاوية السقوط
γ	solar altitude angle	زاوية سقوط الشمس العمودية
δ	azimuth difference (= horizontal shadow angle)	الفرق في زاوية السمت (زاوية الظلال الأفقية)
ϵ	efficiency	الكفاءة
ϵ	vertical shadow angle	زاوية الظلال العمودية
θ	solar gain factor *	معامل الكسب الشمسي
λ	wavelength	طول الموجة
μ	decrement factor	معامل التناقص
ϕ	time-lag	زمن التأخر
ψ	visual angle (solid angle)	زاوية الرؤية (زاوية مجسة)
ρ	visual angle	زاوية الرؤية
ω	wall azimuth angle (orientation)	الزاوية السمتية للحائط (الاتجاه)

رقم الإيداع لدى المكتبة الوطنية
(١٩٩٦/٢/٢٤٠)

